

# C-undersøkelse

NS9410:2016

for

## Karanes



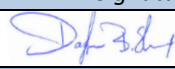
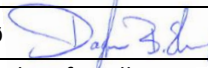
Tilstandsklasse II (God)

**Feltarbeid**

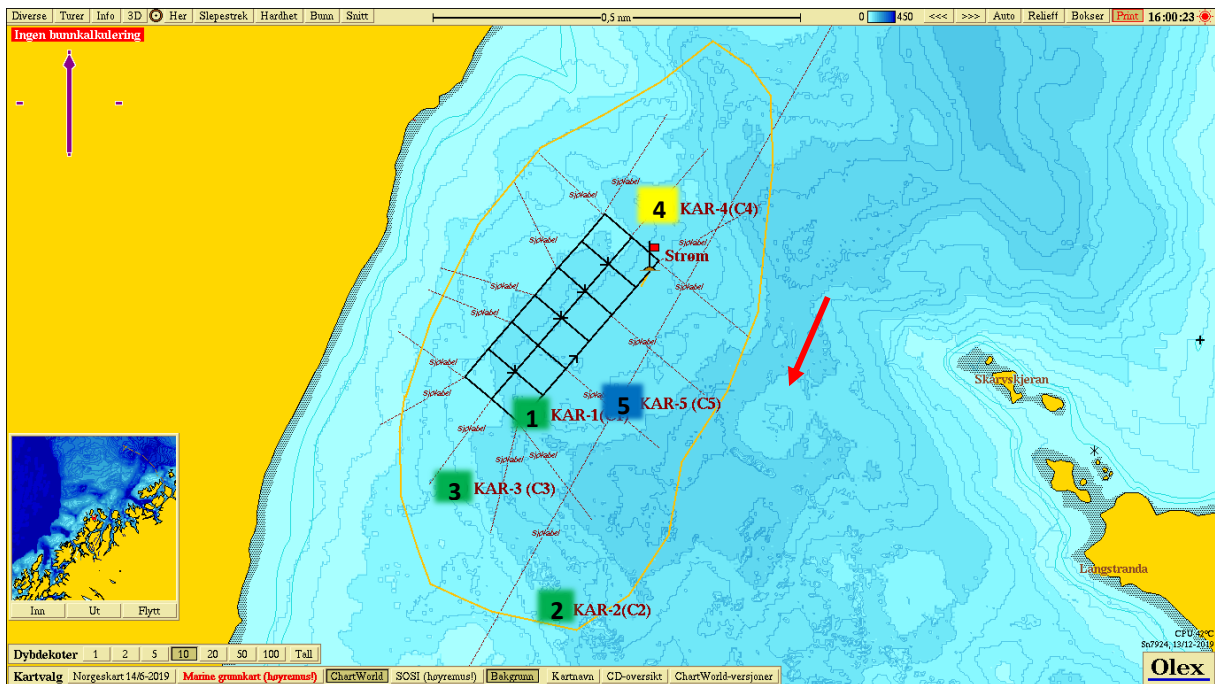
**10.12.2019**

**Oppdragsgiver**

**Lerøy Aurora AS**

C-undersøkelse for Karanes		
Rapportnummer/Rapportdato	100363-01-001 / 12.03.2020	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
1	Rettet lokalitetsnummeret	
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Karanes	
	MTB 5400	
	Karlsøy, Troms fylke	
	Økoregion Norskehavet nord og vanntype beskyttet kyst/fjord	
Lokalitetsnummer	10759	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	Lerøy Aurora AS	
Kontaktperson	Gudrun Gunnarsdottir, Lerøy Aurora AS	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Erik Schmidt Lindgaard	
Forfatter (-e)	Christine Østensvig, Kristine Marit Schrøder Elvik	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Eurofins	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
<b>Sammendrag</b>		
<p>Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Karanes i Karlsøy, Troms fylke. Undersøkelsen er utført ved maksimal produksjonsbelastning etter ønske fra Lerøy Aurora. Sammenligning med eldre undersøkelser er utført for å avdekke eventuelle utviklingstrender på lokaliteten.</p> <p>Samlet viser resultatene gode forhold i overgangssonen. Stasjonene plassert i sørlig og vestlig retning viste enten god eller svært god tilstand, og biodiversiteten i dette området var høy. Disse stasjonene var alle dominert av de forurensningstolerante børstemarken <i>Paramphinome jeffreysii</i>, men dominansen var ikke spesielt høy. Nord for anlegget (KAR-4) var forholdene moderate. Stasjonen hadde en høy dominans av den forurensningsindikerende børstemarken <i>Capitella capitata</i>, en art som forbindes med organisk belastning. Den moderate tilstanden kan forklares ved at stasjonen er plassert relativt nærme anlegget, samtidig som den er plassert i returstrømmen som kan føre med seg organisk belastning fra anlegget.</p> <p>Sammenliknet med tidligere undersøkelser har faunaforholdene i overgangssonen holdt seg relativt stabile, med unntak av ved KAR-4. Ved denne stasjonen har den hyppigste forekommende arten endret seg fra <i>P. jeffreysii</i> til <i>C. capitata</i>, noe som tyder på at den organiske tilførselen i dette området har økt siden 2016.</p> <p>Ved noen stasjoner ble ikke grabbene godkjente for volum. I tillegg ble det funnet en forskjell i arts- og individantall ved flere av stasjonene. Mest sannsynlig skyldes dette lokale forskjeller i faunasammensetningen på havbunnen. Dette er ikke nødvendigvis unormalt, og i denne undersøkelsen vil det ikke føre til noe forskjell av betydning, samlet sett.</p> <p>Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering til god. Dette er forutsatt at undersøkelsen er utført på maksimal produksjonsbelastning.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



**Figur 1.** Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), hovedstrømsretning (rød pil), antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje) og prøvestasjon med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = KAR-1 osv) og R = referansestasjonen. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**Tabell 1.** Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), Tilstandsverdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er vurdert etter Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon/ Parameter	KAR-2	KAR-3	KAR-4	KAR-5
Antall arter	105	103	71	110
Antall individ	1324	1490	2939	1065
H'	Svært god	Svært god	Moderat	Svært god
nEQR	God	God	Moderat	Svært god
Cu	Svært god	Svært god	Svært god	Svært god
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	God	Neste undersøkelse	Hver tredje produksjonssyklus	

## Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Karanes i Karlsøy kommune, Troms fylke. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

For C-undersøkelser er Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018 (2018). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

### Revisjon 1

*Rettet opp feil lokalitetsnummer for Karanes.*



## Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>4</b>
<b>INNHOOLD</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>10</b>
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER .....	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	14
2.3 PRODUKSJON .....	17
2.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	18
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>20</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSER .....	20
3.1.1 KAR-1 .....	20
3.1.2 KAR-2 .....	22
3.1.3 KAR-3 .....	24
3.1.4 KAR-4 .....	26
3.1.5 KAR-5 .....	28
3.1.9 Samlet tilstandsverdi .....	30
3.2 HYDROGRAFI.....	31
3.3 SEDIMENTANALYSER .....	32
3.3.1 Sensoriske vurderinger .....	32
3.3.2 Kornfordeling .....	32
3.3.3 Kjemiske parametere.....	32
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	34
3.4.1 Bunnfauna .....	34
3.4.2 Sediment.....	35
3.4.3 Kjemiske parametere.....	36
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>37</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>38</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>40</b>
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) .....	40
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	42
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	65
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER .....	67
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER .....	70
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE .....	74
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA .....	79
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT .....	84
VEDLEGG 9 – ASC-VURDERING .....	85
V.9-1 Sammendrag.....	86

V.9-2 Innledning .....	87
V.9-3 Metode.....	89
V.9-4 Resultater.....	91
V.10-5 Diskusjon.....	94
V.9-6 Litteraturliste .....	95
V.9-7 Artsliste .....	96
V.9-8 Analysebevis.....	99

## 1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Arts sammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018 2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018 2018).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid ( $H_2S$ ) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial ( $E_h$ ) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav  $E_h$ ) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2018 2018). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2018 (2018).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna. Veilederen har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av MTB, men dersom tillatelsen ikke utnyttes fullt ut, kan antallet prøvestasjoner reduseres etter faktisk produksjon (NS9410 2016).

Tidspunkt for prøvetaking skal være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser ved maksimal belastning skal også utføres etter første generasjon på en ny lokalitet eller ved utvidelse av MTB, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016). I tillegg kan fylkesmannen sette spesifikke krav i utslippstillatelsen.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

**Tabell 1.1.1** Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter NS9410 (2016).

Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

\* Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

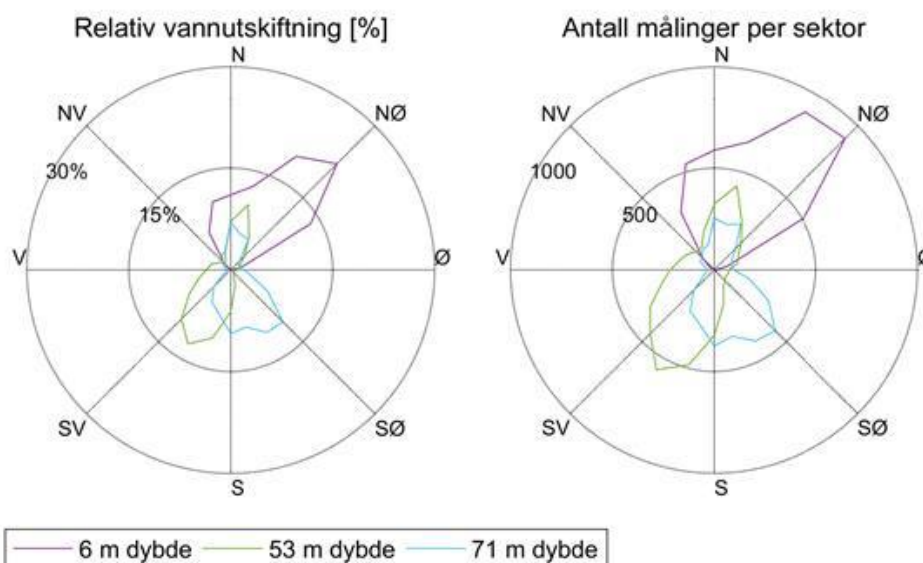
## 2 Materiale og metode

### 2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Karanes ligger i vest for Dåvøya, nord for Ringvassøya i Karlsøy kommune i Troms fylke. Anlegget ligger over en svakt skrående bunn med dybder på mellom 50 og 80 meter. Fra anlegget skråer bunnen ut til et dypere område mot midten av Karasundet, som skiller Ringvassøya fra Dåvøya. På motsatt side av Karasundet ligger oppdrettslokaliteten Dåvøya (lok.nr 10757), som er den nærmeste lokaliteten, ca 1,5 km fra lokalitet Karanes (figur 2.1.1). Målinger for området viser at hovedstrømsretningen ved spredningsdypet går mot sørvest, med en liten returstrøm i motsatt retning (Multicounsult, 2016; figur 2.1.2). Ved siste produksjon har det vært fisk i alle burene i anlegget. Det er ikke benyttet kobberimpregnerte nøter på lokaliteten inneværende generasjon (Odd Ingeilæ, pers. med.).



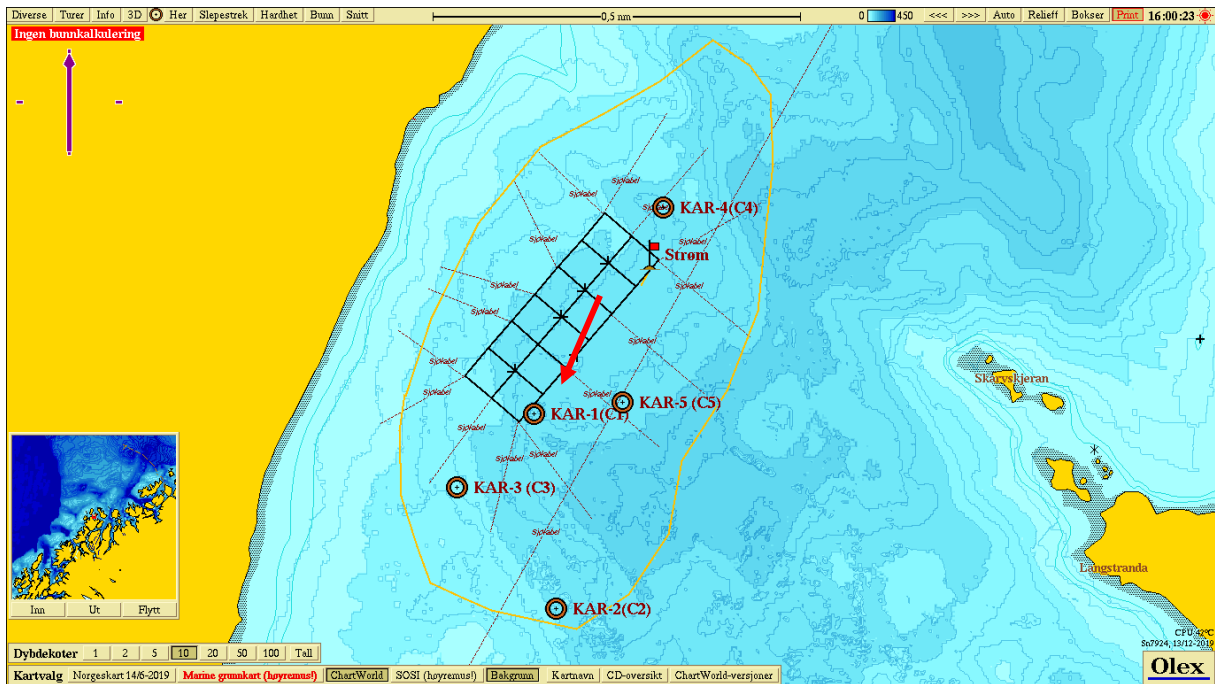
**Figur 2.1.1** Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



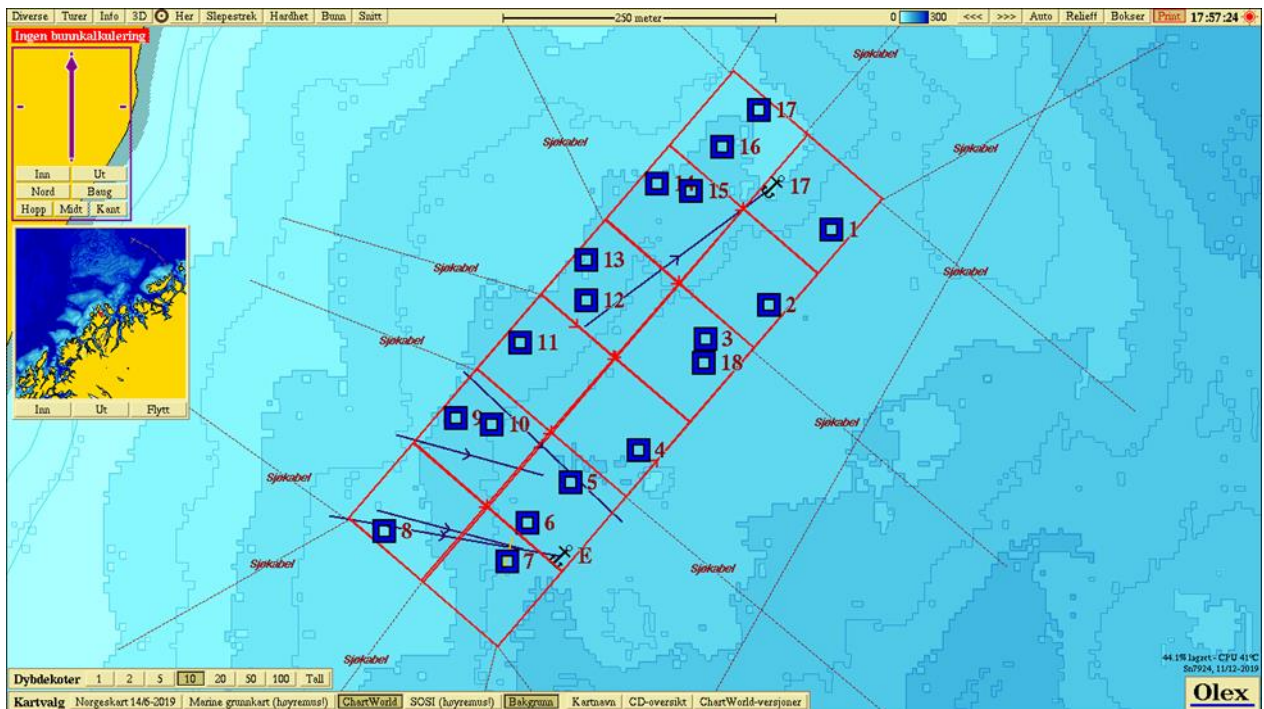
**Figur 2.1.2** Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til høyre angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Figur til venstre viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Kartdatum WGS84 (Multiconsult,2016).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016) hvor det ved en MTB på 5400 tonn er tilstrekkelig med 5 prøvestasjoner. Stasjonsplassering og utbredelse av overgangssonen er plassert etter vurdering av strømforhold og bunntopografi. Stasjonene er i de fleste tilfeller lagt på samme posisjon som ved forrige C-undersøkelse (Åkerblå, 2017), med unntak av stasjon C2, som er flyttet noe lengre fra anlegget for å dekke ytterkanten av overgangssonen. Overgangssonen er etter resultater fra tidligere B- og C-undersøkelser vurdert til å være noe større sør-øst for anlegget, i de dypere områdene, hvor strømmen trolig kan føre til at organisk materiale akkumuleres. C1 stasjonen (KAR-1) ble plassert ca. 30 meter fra anleggets ramme i det sør-østlige hjørne. Her viste B-undersøkelsen, gjort samme dag, størst grad av påvirkning (Åkerblå, 2019). C2-stasjonen (KAR-2) ble plassert i kanten av overgangssonen i hovedstrømretningen. Stasjonen C3 ble plassert lengre øst enn C2 og C1 for å kunne vurdere påvirkning i den direkte hovedstrømsretningen. C4-stasjonen (KAR-4) ble plassert i anleggets nordlige ende for å dekke områder hvor organisk materiale kan akkumuleres av returstrømmen. Stasjon C5 (KAR-5) ble plassert øst for anlegget på de dypeste områdene i overgangssonen (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).





**Figur 2.1.3** Plassering av anleggsramme med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rød pil angir hovedretning for spredningsstrøm (relativ fluks). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



**Figur 2.1.4** Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøksstasjoner (10.12.2019) (firkanter). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

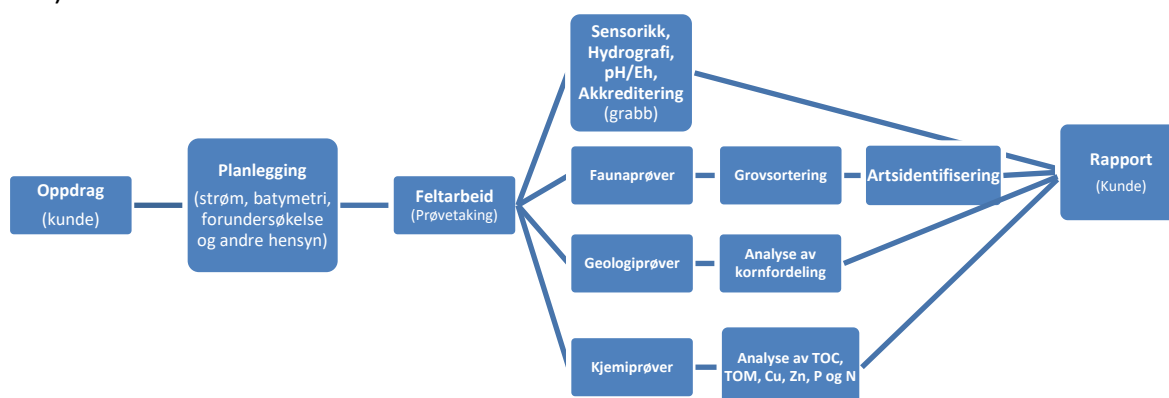


**Tabell 2.1.1** Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og som overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra merdkant og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
KAR-1	70°03.851 N / 19°18.209 'Ø	30	85	FAU, KJE, GEO, PE	C1
KAR-2	70°03.586 N / 19°18.296 'Ø	500	62	FAU, KJE, GEO, PE	C2
KAR-3	70°03.752 N / 19°17.899 'Ø	220	45	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
KAR-4	70°04.132 N / 19°18.715 'Ø	100	72	FAU, KJE, GEO, PE	C4
KAR-5	70°03.867 N / 19°18.562 'Ø	175	84	FAU, KJE, GEO, PE	C5

## 2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon hvor to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark/Størksen) på 0,1 m <sup>2</sup>
pH-måler/Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Kartverket, Datum WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

**Tabell 2.2.2** Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemanskontroll	ÅB-AS	Knut H. R. Bjørnebye	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Kristine M.S. Elvik/Erik S. Lindgaard	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Øystein Stokland, Nathalie Skahjem, Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Christine Østensvig	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)

\* *underleverandør* av EETN-AS; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488.

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utrekningen av artsmangfold ( $ES_{100}$ ) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter

Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (2018; vedlegg 5).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 5). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone (KAR-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ),  $ES_{100}$ , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen.

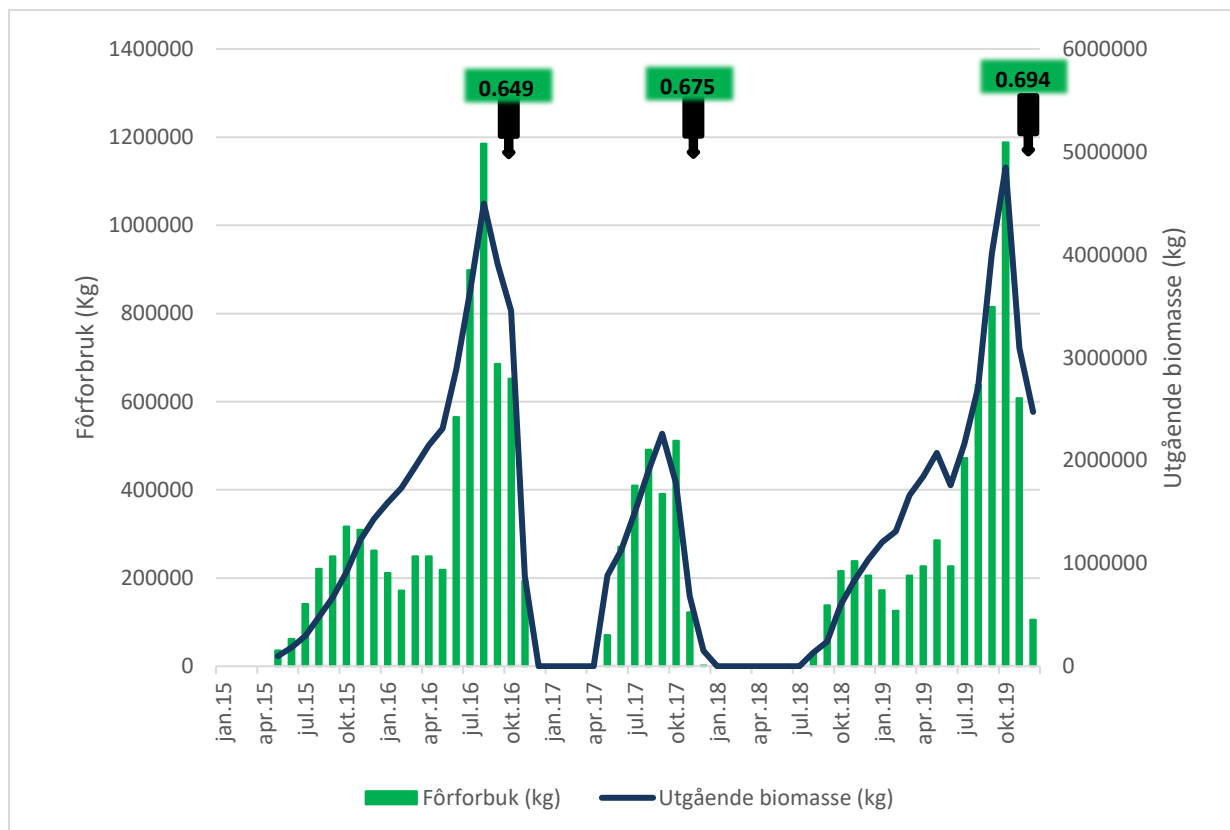
Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive standarder og veiledere. I veileder 02:2018 brukes gjennomsnittlig nEQR-verdi som klassifiseringsgrunnlag per prøvestasjon. I NS9410 (2016) klassifiseres overgangssonen på bakgrunn av samlet stasjonsverdi. Åkerblå omtaler begge resultatformer for tilstandsverdi for enkelhetens skyld (Tabell 2.2.3).

**Tabell 2.2.3** Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
$H'$	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
$H'_{max}$	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ( $= \log_2 S$ )
$ES_{100}$	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$ )
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

## 2.3 Produksjon

Fisk på lokaliteten ble satt ut i august 2018 og var ved undersøkelsestidspunkt i utslaktingsfasen. Biomassen på lokaliteten var på omtrent 2472 tonn da undersøkelsen ble gjort og gjennom siste produksjonsfase hadde fôrforbruket vært på 5898 tonn (figur 2.3.1 og tabell 2.3.1; Odd Ingeilæ, pers. med.).



**Figur 2.3.1** Produksjonsinformasjon ved Karanes for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk per måned. Pil angir prøvetidspunkt med bestemte tilstandsverdi (nEQR) for undersøkelsen: blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = Svært dårlig.

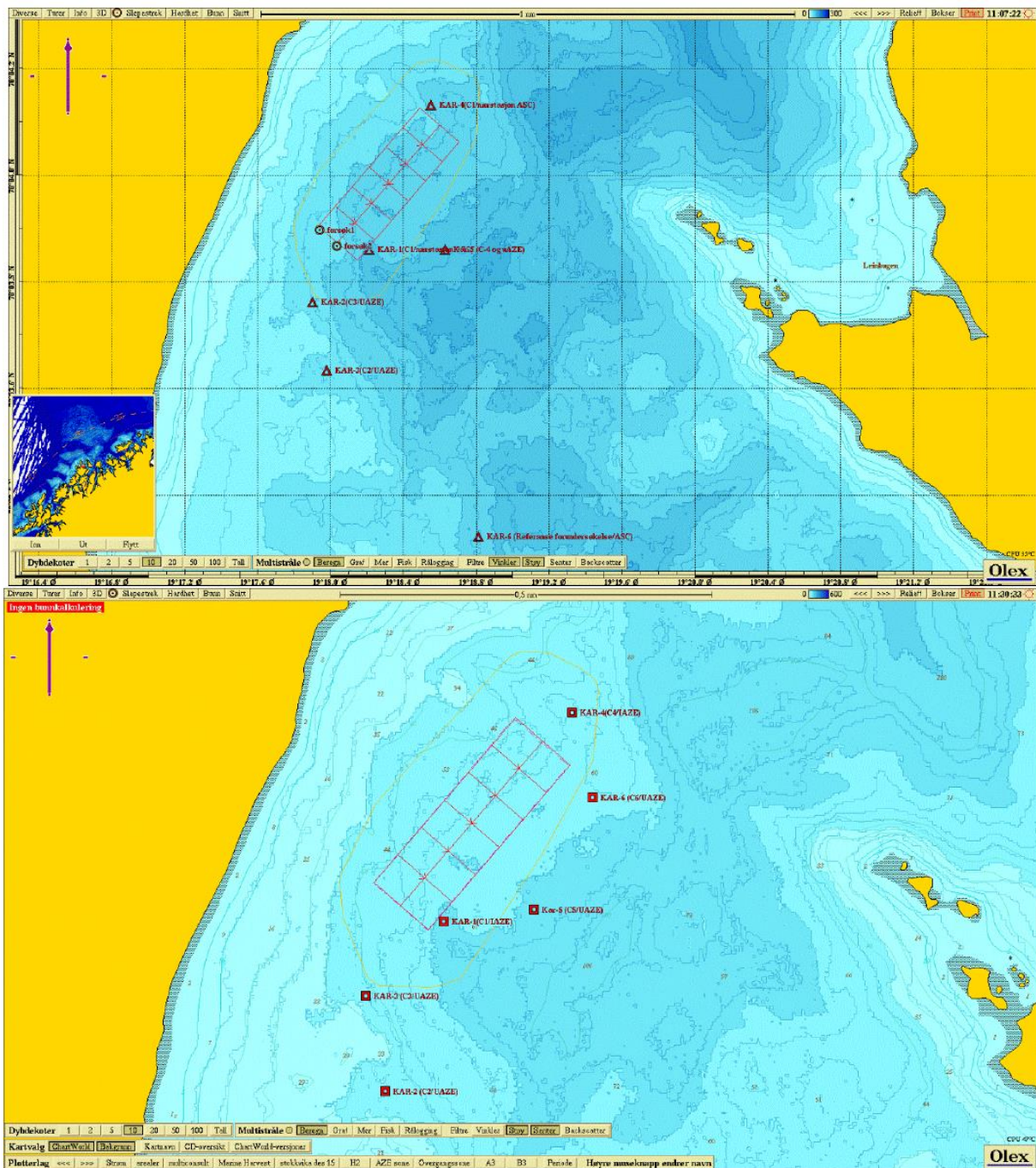
**Tabell 2.3.1** Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utføret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utføret mengde på generasjonen. Tilvekst er oppgitt som fôrmengde delt på økonomisk fôrfaktor. Alt oppgitt i tonn. Utføret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utføret	Budsjett	%	Tilvekst	Merknader
12.10.2016	V-15	6879	-	100	6142	
21.11.2017	V-17	2267	-	100	1990	
10.12.2019	H-18	5898	6778	87%	5361	



## 2.4 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført C-undersøkelser ved lokaliteten i 2016 og 2017 (Åkerblå AS 2016, Åkerblå AS 2017; figur 2.4.1). Alle undersøkelser er tatt på maksimal produksjonsbelastning. Siden 2016 har stasjonsplasseringen endret seg noe, som fører til at ikke alle stasjoner fra den undersøkelsen kan sammenliknes. Alle stasjoner fra 2017 hadde tilnærmet lik plassering og vil derfor sammenliknes (tabell 2.4.1).



**Figur 2.4.1** Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2016 og 2017. Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**Tabell 2.4.1.** Oversikt over stasjonene som sammenlignes. Plasseringen angir innværende undersøkelse, og er ikke nødvendigvis definert slik i tidligere undersøkelse, tross lik plassering – grunnet endringer i NS9410.

Plassering / År	2016	2017	2019
Anleggssone	KAR-1	KAR-1	KAR-1
Ytterkant overgangssone	-	KAR-2	KAR-2
	-	KAR-3	KAR-3
Overgangssone	-	KAR-4	KAR-4
	KAR-5	KAR-5	KAR-5

## 3 Resultater

### 3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter Økoregion Norskehavet nord og vanntype beskyttet kyst/fjord.

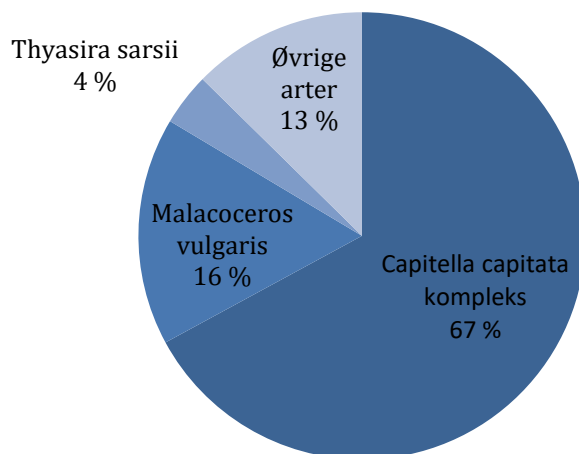
#### 3.1.1 KAR-1

Ved KAR-1 ble det registrert 1899 individer fordelt på 19 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 2 (god)**, da ingen enkeltarter utgjorde  $\geq 90\%$  av totalt individantall.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	1 274	67,1
<i>Malacoceros vulgaris</i>	5	313	16,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	72	3,8
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	58	3,1
<i>Eteone flava/longa</i>	4	55	2,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	52	2,7
<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	52	2,7
<i>Fabulina fabula</i>		9	0,5
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	2	0,1
<i>Ophelina acuminata</i>	2	2	0,1
Øvrige arter	-	10	0,5

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-1.



På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell 3.1.1.2).

**Tabell 3.1.1.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-1-1	KAR-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	12	16	14	
N	1276	623	950	
NQI1	0,316	0,423	0,370	0,266
H'	1,088	2,515	1,801	0,400
J	0,303	0,629	0,466	
H'max	3,585	4,000	3,792	
ES100	5,539	9,124	7,332	0,317
ISI	5,074	5,850	5,462	0,290
NSI	7,082	9,725	8,404	0,168
Grabbverdi				0,288

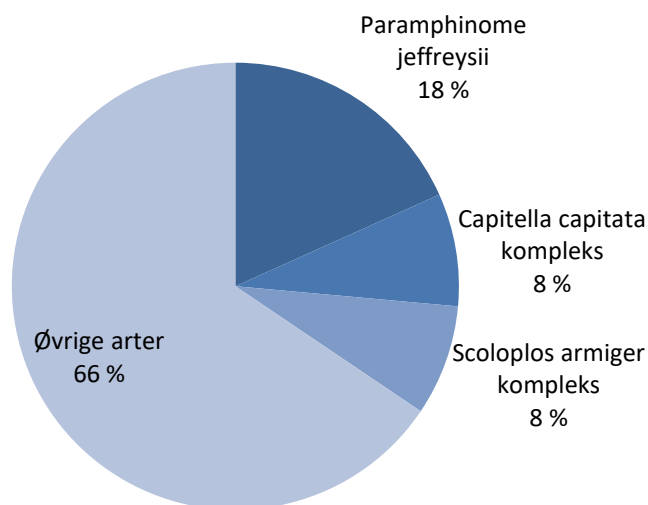
### 3.1.2 KAR-2

Ved KAR-2 ble det registrert 1324 individer fordelt på 105 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	242	18,3
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	108	8,2
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	106	8,0
<i>Spio limicola</i>		90	6,8
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	84	6,3
<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	4	62	4,7
<i>Labidoplax buskii</i>	2	60	4,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	56	4,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	49	3,7
<i>Rhodine gracilior</i>	1	49	3,7
Øvrige arter	-	418	31,6

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-2.

**Tabell 3.1.2.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1,  $H'$ , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-2-1	KAR-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	88	71	80	
N	629	695	662	
NQI1	0,756	0,723	0,739	0,822
$H'$	4,938	4,580	4,759	0,918
J	0,764	0,745	0,755	
$H'$ max	6,459	6,150	6,305	
ES100	35,030	30,030	32,530	0,883
ISI	8,662	7,580	8,121	0,671
NSI	20,399	19,556	19,977	0,599
Grabbverdi				0,779

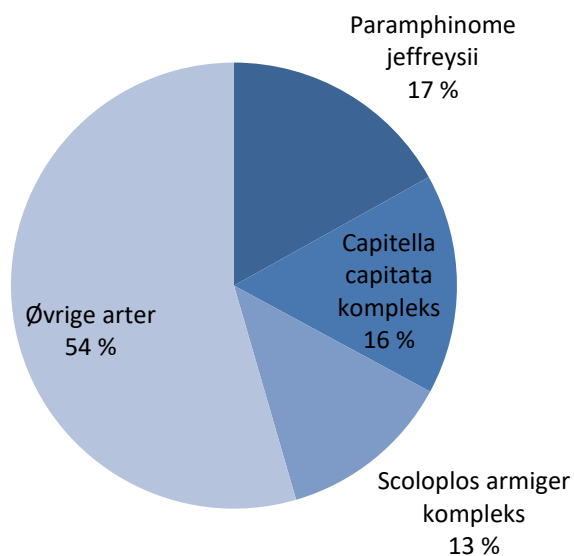
### 3.1.3 KAR-3

Ved KAR-3 ble det registrert 1490 individer fordelt på 103 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	252	16,9
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	238	16,0
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	188	12,6
<i>Actiniaria</i>	1	110	7,4
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	103	6,9
<i>Lepeta caeca</i>		83	5,6
<i>Syllis cornuta</i>	3	43	2,9
<i>Thyasira sarsii</i>	4	40	2,7
<i>Philomedes globosus</i>	1	36	2,4
<i>Pholoe baltica</i>	3	31	2,1
Øvrige arter	-	366	24,6

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-3.

**Tabell 3.1.3.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1,  $H'$ , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-3-1	KAR-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	73	76	75	
N	730	760	745	
NQI1	0,733	0,715	0,724	0,805
$H'$	4,553	4,067	4,310	0,868
J	0,736	0,651	0,693	
$H'$ max	6,190	6,248	6,219	
ES100	30,090	26,510	28,300	0,846
ISI	10,003	8,850	9,427	0,831
NSI	19,896	18,826	19,361	0,574
Grabbverdi				0,785

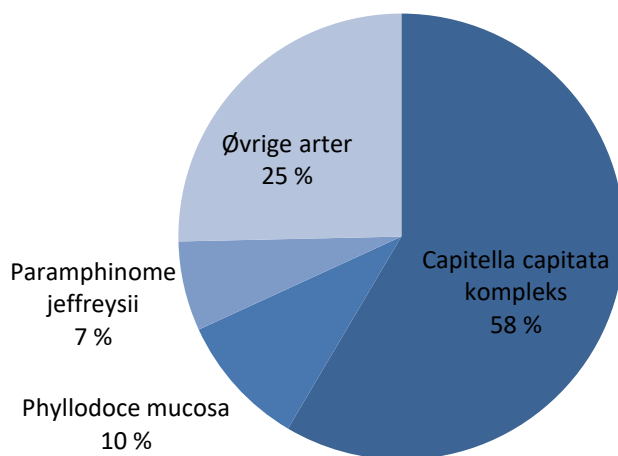
### 3.1.4 KAR-4

Ved KAR-4 ble det registrert 2939 individer fordelt på 71 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet **moderat tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	1 719	58,5
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	284	9,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	191	6,5
<i>Eteone flava/longa</i>	4	164	5,6
<i>Thyasira sarsii</i>	4	111	3,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	110	3,7
<i>Pholoe baltica</i>	3	71	2,4
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	39	1,3
<i>Pholoe</i> sp.	2	29	1,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	24	0,8
Øvrige arter	-	197	6,7

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.4.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-4.

**Tabell 3.1.4.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1,  $H'$ , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-4-1	KAR-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	46	52	49	
N	1453	1486	1470	
NQI1	0,516	0,548	0,532	0,460
$H'$	2,275	2,756	2,516	0,530
J	0,412	0,483	0,448	
$H'$ max	5,524	5,700	5,612	
ES100	13,790	15,590	14,690	0,563
ISI	7,773	8,183	7,978	0,640
NSI	10,930	11,507	11,219	0,249
Grabbverdi				0,488

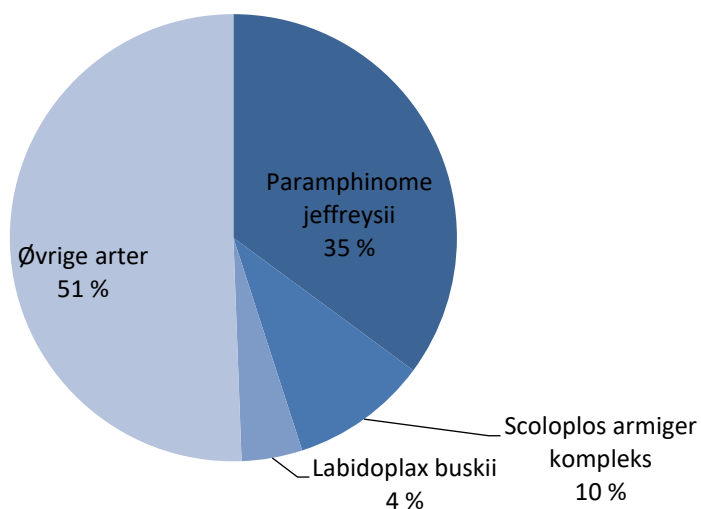
### 3.1.5 KAR-5

Ved KAR-5 ble det registrert 1706 individer fordelt på 136 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-5 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	599	35,1
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	169	9,9
<i>Labidoplax buskii</i>	2	75	4,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	68	4,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	59	3,5
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	57	3,3
<i>Pholoe baltica</i>	3	52	3,0
<i>Thyasira sarsii</i>	4	39	2,3
<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	4	36	2,1
<i>Rhodine gracilior</i>	1	32	1,9
Øvrige arter	-	520	30,5

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-5.



**Tabell 3.1.5.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1,  $H'$ , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-5-1	KAR-5-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	83	103	93	
N	862	844	853	
NQI1	0,747	0,778	0,763	0,847
$H'$	4,178	4,505	4,342	0,871
J	0,655	0,674	0,665	
$H'$ max	6,375	6,687	6,531	
ES100	29,950	34,610	32,280	0,881
ISI	8,953	9,034	8,994	0,813
NSI	20,702	21,108	20,905	0,636
Grabbverdi				0,810

### 3.1.9 Samlet tilstandsverdi

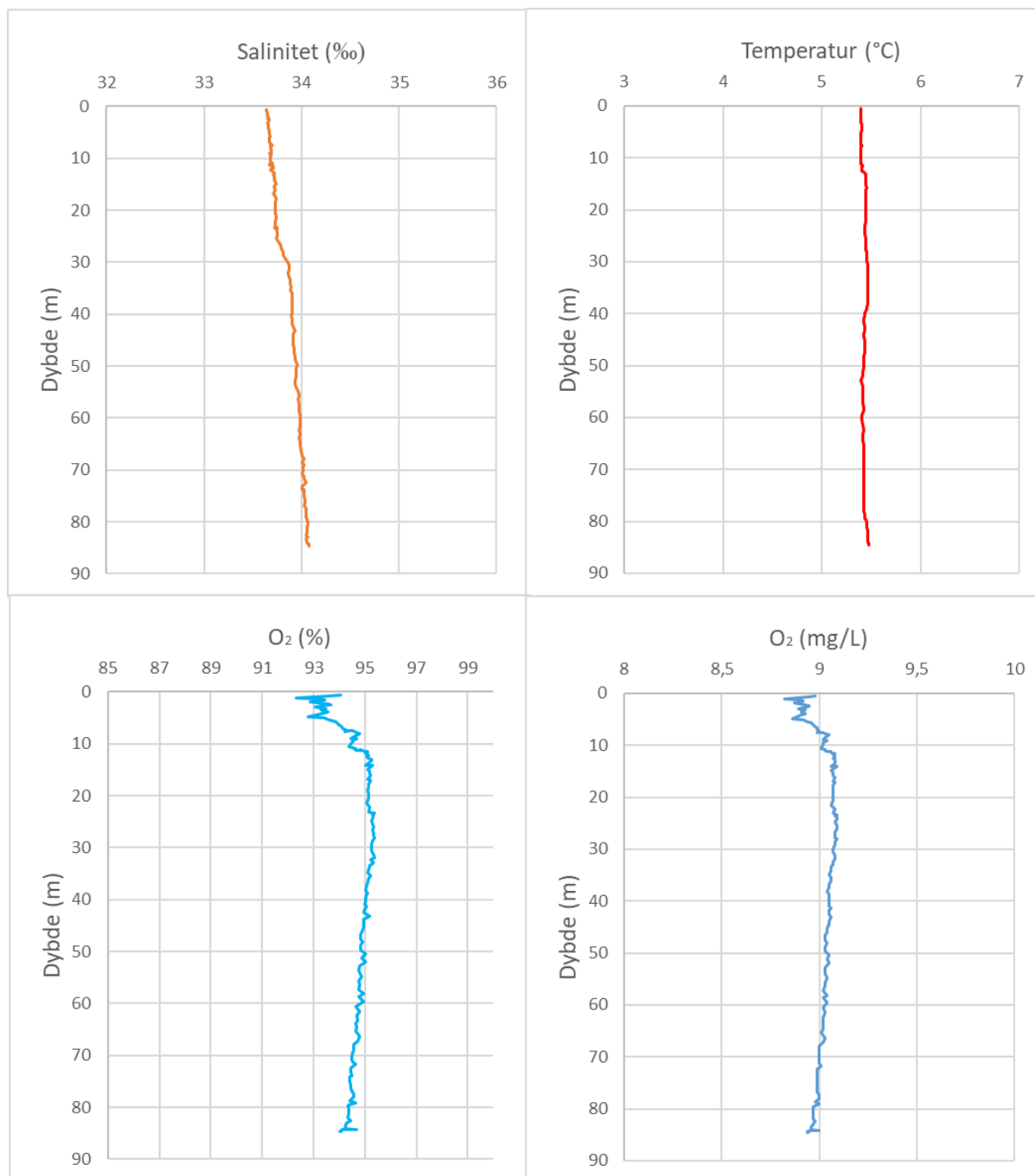
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3, C4, osv. (tabell 3.1.9.1).

**Tabell 3.1.9.2** Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	KAR-2	0,779	God
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	KAR-3	0,785	God
	KAR-4	0,488	
	KAR-5	0,810	
	<b>Snitt</b>	<b>0,694</b>	

### 3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved stasjon KAR-5 (figur 3.2.1). Vannmassene var relativt homogene i hele vannsøylen. Saliniteten varierte mellom 33,6 og 34,1 ‰ mellom overflate og bunn, temperaturen økte med 0,1°C fra overflate til bunn, og oksygenmetningen var omtrent lik på topp og bunn, med en liten økning ved ca 10 meter. Bunnvannet ble klassifisert til tilstand I (Svært god) i henhold til tabell V5.3.



**Figur 3.2.1** Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet.

### 3.3 Sedimentanalyser

#### 3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet bestod i hovedsak av sand med innslag av skjellsand ved enkelte stasjoner og silt ved enkelte stasjoner. Sedimentet var fast ved alle stasjoner med unntak av stasjon 3, hvor konsistensen var myk. Det ble ikke registrert lukt ved noen stasjoner. Det ble ikke registrert forekomst av noe naturlig organisk materiale, fôr eller fekalier, gassdannelse eller *beggiatoa*. Samtlige prøvehugg var godkjent bortsett fra ved KAR-3 og KAR-4 som hadde for lavt volum (vedlegg 1).

#### 3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene hadde omtrentlig lik mengde av leire og silt, sand og grus (tabell 3.3.2.1).

**Tabell 3.3.2.1** Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KAR-1	26,27	29,44	44,29
KAR-2	36,87	34,51	28,62
KAR-3	35,90	23,61	40,49
KAR-4	32,00	23,30	44,70
KAR-5	35,68	29,12	35,19

#### 3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og  $E_h$  ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved samtlige stasjoner (tabell 3.3.3.1).

**Tabell 3.3.3.1** pH- og  $E_h$ -verdier fra sedimentoverflaten. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	$E_h$	pH/ $E_h$ poeng	Tilstand
KAR-1	7,9	294	0	1/ Meget god
KAR-2	7,7	252	0	1/ Meget god
KAR-3	7,8	291	0	1/ Meget god
KAR-4	7,8	331	0	1/ Meget god
KAR-5	7,9	370	0	1/ Meget god

Innholdet av karbon (nTOC) viste moderate forhold ved nesten alle stasjoner, mens verdiene for kobber og sink var lave og fikk beste tilstandsklasse. For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet et klassifiseringssystem, men verdiene varierte mellom de ulike stasjonene (tabell 3.3.3.2).

**Tabell 3.3.3.2** Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstand (TS) er oppgitt etter FT Veileder 97:03 for normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Sink (Zn; mg/kg TS) og kobber (Cu; mg/kg TS) klassifiseres etter Veileder 02:2018. Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tildelt tilstand og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Måleusikkerhet er oppgitt for kobber, sink, fosfor og nitrogen og er gitt i prosent. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
KAR-1	5,04	29,87	III	2800	19	5,92	2320	13	38,1	21	I	10,6	27	I
KAR-2	5,71	29,96	III	3900	18	4,76	688	13	20,2	21	I	7,87	34	I
KAR-3	3,32	23,04	II	4000	18	6,25	1800	13	40,5	21	I	15,7	21	I
KAR-4	30,0	29,04	III	2000	19	8,4	597	13	16,5	21	I	18,1	20	I
KAR-5	4,92	29,57	III	2400	19	7,5	589	13	17,7	21	I	7,09	37	I

### 3.4 Tidligere undersøkelser

#### 3.4.1 Bunnfauna

Siden tidligere undersøkelser har forholdene holdt seg stabile eller forbedret seg ved de fleste stasjonene med unntak av KAR-4. Ved denne stasjonen har biodiversiteten gått ned, og den hyppigste forekommende arten har gått fra den forurensningstolerante *Paramphinome jeffreysii* til den forurensningsindikerende *Capitella capitata* (tabell 3.4.1.1).

**Tabell 3.4.1.1** Sammenligning av resultater, Shannon-Wiener-klassifisering (H') og NQI1 fra bunnfaunaundersøkelse ved de ulike prøvetidspunktene NSI=Norsk Sensitivitets Indeks. (- = manglende data). Indekser er oppdatert etter gjeldende veiledere.

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQI1 og klassifisering
<b>Anleggssone/C1</b>					
KAR-1 2019	19/1899	<i>Capitella capitata</i> (67%, NSI-5)	God		
KAR-1 2017	22/3290	<i>Capitella capitata</i> (72%, NSI-5)	God		
KAR-1 2016	18/4792	<i>Capitella capitata</i> (80%, NSI-5)	God		
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>					
KAR-3 2019	103/1490	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (17%, NSI-3)		4,310	0,724
KAR-3 2017	86/1799	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (39%, NSI-3)		3,695	0,699
KAR-4 2019	71/2939	<i>Capitella capitata</i> (58%, NSI-5)		2,516	0,532
KAR-4 2017	65/1334	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (46%, NSI-3)		3,229	0,694
KAR-5 2019	136/1706	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (35%, NSI-3)		4,342	0,763
KAR-5 2017	96/2115	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (58%, NSI-3)		2,961	0,701
KAR-5 2016	109/1703	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (57%, NSI-3)		3,146	0,728
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>					
KAR-2 2019	105/1324	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (18%, NSI-3)		4,759	0,739
KAR-2 2017	98/801	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (23%, NSI-3)		4,712	0,778

### 3.4.2 Sediment

Sedimentresultatene har endret seg lite mellom undersøkelsene. Noe lukt ble registrert ved nærstasjonene i 2016 og 2017, men ingen lukt ble registrert i inneværende undersøkelse (tabell 3.4.2.1).

**Tabell 3.4.2.1** Sammenlikning av sensoriske vurderinger ved de ulike stasjonene ved de ulike prøvetidspunktene (- = manglende data). Volum/overflate henviser til om dette er i henhold til akkrediteringskrav eller ikke.

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
<b>Anleggssone/C1</b>					
KAR-1 2019	85	Ingen	Lys/grå	7,9/294	Ja/Ja
KAR-1 2017	84	Noe	Lys/grå	7,8/70	Ja/Ja
KAR-1 2016	83	Noe	Lys/grå	7,8/82	Ja/Ja
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>					
KAR-3 2019	45	Ingen	Lys/grå	7,8/291	Nei/Ja
KAR-3 2017	48	Ingen	Lys/grå	7,9/70	Ja/Ja
KAR-4 2019	72	Ingen	Lys/grå	7,8/331	Nei/Ja
KAR-4 2017	74	Ingen	Lys/grå	7,8/60	Ja/Ja*
KAR-5 2019	84	Ingen	Lys/grå	7,9/370	Ja/Ja
KAR-5 2017	84	Ingen	Lys/grå	7,8/48	Ja/Ja
KAR-5 2016	89	Ingen	Lys/grå	7,8/84	Ja/Ja
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>					
KAR-2 2019	62	Ingen	Lys/grå	7,7/252	Ja/Ja
KAR-2 2017	40	Ingen	Lys/grå	7,6/45	Ja/Ja

\* Ett hugg var godkjent, ett var ikke

### 3.4.3 Kjemiske parametere

Innholdet av karbon (nTOC) har holdt seg enten stabilt eller forbedret seg noe siden tidligere undersøkelser. Verdiene for sink og kobber har vært svært gode ved alle undersøkelser, mens nitrogen og fosfor har økt noe siden forrige undersøkelse (tabell 3.4.3.1).

**Tabell 3.4.3.1** Sammenlikning av undersøkte kjemiske parametere og etter innholdet av tørrstoff (TS) ved de ulike prøvetidspunktene. Tilstand (TS) er oppdatert etter gjeldende veileder for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser (- = manglende data).

Stasjon og år	nTOC	TS	P	N	Zn	TS	Cu	TS
<b>Anleggssone/C1</b>								
KAR-1 2019	29,87	III	2320	2800	38,1	I	10,6	I
KAR-1 2017	39,5	IV	2000	2150	40,0	I	19,0	I
KAR-1 2016	33,4	III	1100	2370	29,0	I	6,5	I
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>								
KAR-3 2019	23,04	II	1800	4000	40,5	I	15,7	I
KAR-3 2017	36,7	IV	1400	1990	48,0	I	10,0	I
KAR-4 2019	20,04	III	597	2000	16,5	I	18,1	I
KAR-4 2017	29,5	III	580	1500	18,0	I	5,1	I
KAR-5 2019	29,57	III	589	2400	17,7	I	7,09	I
KAR-5 2017	32,6	III	470	2260	18,0	I	5,6	I
KAR-5 2016	27,5	III	470	2650	10,8	I	5,7	I
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>								
KAR-2 2019	29,96	III	688	3900	20,2	I	7,87	I
KAR-2 2017	41,8	V	1500	2930	34,0	I	12,0	I



## 4 Diskusjon

Samlet sett viser resultatene gode forhold i overgangssonen. Stasjonene plassert i sørlig og østlig retning viste enten god eller svært god tilstand, og biodiversiteten i dette området var høy. Disse stasjonene var alle dominert av de forurensningstolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, men dominansen var ikke spesielt høy. Nord for anlegget (KAR-4) var forholdene moderate. Stasjonen hadde en høy dominans av den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata*, en art som forbindes med organisk belastning. Den moderate tilstanden kan forklares ved at stasjonen er plassert relativt nærme anlegget, samtidig som den er plassert i returstrømmen som kan føre med seg organisk belastning fra anlegget. Noe *C. capitata* ble også funnet ved de andre stasjonene, men ikke i så store mengder at det hadde stor betydning for tilstandsklassifiseringen. De kjemiske støttparameterne viser gode forhold, med unntak av noe høye karbonverdier ved de fleste stasjoner.

Sammenliknet med tidligere undersøkelser har faunaforholdene i overgangssonen holdt seg relativt stabile, med unntak av ved KAR-4. Ved denne stasjonen har den hyppigste forekommende arten endret seg fra *P. jeffreysii* til *C. capitata*, noe som tyder på at den organiske tilførselen i området har økt siden 2016. Det bør bemerkes at ikke alle stasjonsplasseringene fra tidligere undersøkelser er identiske med plassering ved inneværende undersøkelse, og resultatene bør derfor tolkes med noe forsiktighet.

I anleggssonen (KAR-1) var det en høy dominans av *C. capitata*. Artsantallet var lavt, men ettersom den hyppigste forekommende arten ikke sto for mer enn 90% av det totale individantallet, ble stasjonen klassifisert til god miljøtilstand. Siden 2016 har forholdene i nærsjonen holdt seg stabile, og dominansen av *C. capitata* har gått ned ved hver undersøkelse. De kjemiske parameterne har også generelt vært stabile, og karbonnivåene har gått noe ned.

Ved noen stasjoner ble ikke grabbene godkjente for volum. I tillegg ble det funnet en forskjell i arts- og individantall ved flere av stasjonene. Mest sannsynlig skyldes dette lokale forskjeller i faunasammensetningen på havbunnen. Dette er ikke nødvendigvis unormalt, og i denne undersøkelsen vil det ikke føre til noe forskjell av betydning, samlet sett.

Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering til god. Dette er forutsatt at undersøkelsen er utført på maksimal produksjonsbelastning.


## 5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Multiconsult (2016) ASC / MOM-C modellering – Karanes, Karlsøy kommune. Multiconsult. 713315-RIMT-RAP-004
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.


- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå AS (2019) B-undersøkelse for lokalitet Karanes. Rapportnr. B-M-19249.
- Åkerblå AS (2017) C-undersøkelse og ASC-undersøkelse for Karanes. Rapportnr. MCR-M-1741-Karanes. 59 s.
- Åkerblå AS (2016) C-undersøkelse og ASC-undersøkelse for lokalitet Karanes. Rapportnr. MCR-M-11516. 64 s.

## 6 Vedlegg

## Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

				Dok.id.: B.5.5.6
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 11.00	Gjelder fra: 06.11.2019	Sidenr: 1 av 2

Kunde	LERØX AURORA			Lokalitet/P.nr	KARANES							
Dato	10.12.19			Toktleder	Erik Schmidt Lindgaard							
Prøvetaking	START: 14 <sup>00</sup> SLUTT:			Alt. Personell	Mistine Marit S. Elvik							
Vær	Skiftende snø			Sjøtemperatur	5,9							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; CG1 Sil; CS1 Eh; P6 pH: P6			pH- kalibrering: OK	Sjø; Eh: 205 pH: 8,0							
Stasjon nr/navn	1 KAR-1			2 KAR-3	3 KAR-2							
Posisjon N / ø	70.03.857/19°18.209			70.03.752/19°17.899	70.03.586/19°18.296							
Dybde (meter)	85m			45m	62m							
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	2	2		1	1	1	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	J	J	J		J	J	J		J	J	J	
Godkjent hugg volum (ja/nei)	J	J	J		N	N	N		J	J	J	
Volum (cm)	8	9	9		15	15	15		9	7	8	
Antall flasker	1	1	1		3	2	-		1	1	-	
pH	7,9	-	-		7,8	-	-		7,7	-	-	
Eh (mV)	94	-	-		91	-	-		52	-	-	
Sediment	Skjellsand	3	3	3		1	1	1		3	3	3
	Sand	1	1	1		2	2	2		1	1	1
	Grus					3	3	3				
	Mudder											
	Silt	2	2	2						2	2	2
	Leire											
Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0						0	0	0
	Myk (2)					2	2	2				
	Løs (4)											
Merknader / avvik:												

				Dok.id.: B.5.5.6	
<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narimo Hammervold		Versjon: 11.00	Gjelder fra: 06.11.2019
				Sidenr: 1 av 2	

<b>Kunde</b>	LEROY AURORA				<b>Lokalitet/P.nr</b>	KARANES						
<b>Dato</b>	10.12.19				<b>Toktleder</b>	ESL						
<b>Prøvetaking</b>	START: 14 <sup>00</sup> SLUTT:				<b>Alt. Personell</b>	KMSE						
<b>Vær</b>	skiftende snø / klar				<b>Sjøtemperatur</b>	5,9						
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	Grab; G1 Sil; CS1 Eh; P6 pH: P6 pH- kalibrering: OK Sjø; Eh: 205 pH: 8,0											
<b>Stasjon nr/navn</b>	1 KAR-5				2 KAR-4				3 KAR-REF			
<b>Posisjon N / Ø</b>	70°03.867 / 19°18.562				70°04.132 / 19°18.715				70°03.313 / 19°18.781			
<b>Dybde (meter)</b>	84m				72m				50m			
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Antall forsøk</b>	1	1	1		1	2	3		1	1	1	
<b>Godkjent hugg overflate (ja/nei)</b>	J	J	J		J	J	J		J	J	J	
<b>Godkjent hugg volum (ja/nei)</b>	J	J	J		N	N	J		J	J	J	
<b>Volum (cm)</b>	10	9	9		12	20	11		9	6	6	
<b>Antall flasker</b>	1	1	-		1	2	-		2	1	-	
<b>pH</b>	7,9	-	-		7,8	-	-		7,7	-	-	
<b>Eh (mV)</b>	170	-	-		131	-	-		130	-	-	
<b>Sediment</b>	Skjellsand	3	3	3	3	3	3		3	3	3	
	Sand	1	1	1	1	1	1		1	1	1	
	Grus											
	Mudder											
	Silt	2	2	2	2	2	2		2	2	2	
	Leire											
<b>Farge</b>	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)											
<b>Lukt</b>	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
<b>Kons</b>	Fast (0)	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)											
	Løs (4)											
<b>Merknader / avvik:</b>	LTD				E7							



## Vedlegg 2 - Analysebevis



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000614-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur: 16.12.2019-06.01.2020  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

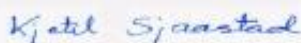
## ANALYSERAPPORT

Provenr.:	438-2019-12180154	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrøder Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-1 KJEMI	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	10.6	mg/kg TS	5	27%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	38.1	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	5.04	% TS	0.1		EN 12879 (S3a): 2001-02
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	57.2	% tv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Fosforus (P)	2320	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.8	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	16600	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020



Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nå ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgi konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR001 v.108



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Mollebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000616-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Provenr.:	488-2019-12180166	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Marit Schrøder Elvik		
Prøvemerking:	KAR-1 GEO	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport					
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
a) Partikkelstørrelser					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a)* Prepa - Sieving and refusal at 2 mm					
a)* Vekt	16.3	g			
a)* Sikting v 2 mm	2.85	% tv		1	

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR001 v 106



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000618-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur: 16.12.2019-06.01.2020  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2019-12180168	Prøvetakingsdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrader Eirik		
Prøvemerking:	KAR-2- KJEMI	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	7.87	mg/kg TS	5	34%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	20.2	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	5.71	% TS	0.1		EN 12879 (S3a): 2001-02
a)* Tørrestoff					
a)* Tørvekt steg 1	53.2	% rv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	688	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	3.9	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18600	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

### Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad  
Kjemitekniker

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(r) undersøkte prøve(n).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS/001 v.100

Side 1 av 1





Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000619-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2018-12180167	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrader Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-2 GEO	Analysedato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport					
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
a) Partikkelstørrelser					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj	ci-joint %			Internal Method 6
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj	ci-joint %			Internal Method 6
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj	ci-joint %			Internal Method 6
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj	ci-joint %			Internal Method 6
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj	ci-joint %			Internal Method 6
a)* Prepa - Sieving and refusal at 2 mm					
a)* Vekt	15.6	g			
a)* Siltning v 2 mm	1.65	% rv		1	

### Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring

- \* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AKR001 v100



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Mølebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000621-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020

Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2018-12180168	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Marit Schrøder Elvik		
Prøvemerking:	KAR-3 KJEM	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	15.7	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	40.5	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 560°C					
a)* Glødetap (550°C)	3.32	% TS	0.1		EN 12879 (83a): 2001-02
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	61.0	% rv	0.1	5%	EN 12880 (82a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Fosforus (P)	1800	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.0	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	26500	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

### Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad  
Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

< Mindre enn >: Større enn nd ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.i., betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umbrutt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR201 v100



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000623-01

EUNOMO-00247839

Provemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Provenr.:	438-2019-12180168	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrøder Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-3 GEO	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport					
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
a) Partikkelstørrelser					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj	cf-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj	cf-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj	cf-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj	cf-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj	cf-joint	%		Internal Method 6
a)* Prepa - Sieving and refusal at 2 mm					
a)* Veit	28.0	g			
a)* Sikting v 2 mm	14.4	% rv		1	

### Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR001 v 106



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 518 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000624-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2019-12180180	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Marit Schrøder Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-4 KJEMI	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	18.1	mg/kg TS	5	20%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	16.5	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	30.0	% TS	0.1		EN 12879 (S3a): 2001-02
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	58.1	% rv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	597	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.0	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	16800	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad  
Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

< Mindre enn >: Sterre enn nd ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.i. betyr 'ikke påvist'

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(r) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS/001 v 106

Side 1 av 1



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Mollebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000626-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur: 16.12.2019-06.01.2020  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2018-12180181	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrader Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-4 GEO	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport					
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
a) Partikkelstørrelser					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj ci-joint	%			Internal Method 5
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj ci-joint	%			Internal Method 5
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj ci-joint	%			Internal Method 5
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj ci-joint	%			Internal Method 5
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj ci-joint	%			Internal Method 5
a)* Prepa - 3leving and refusal at 2 mm					
a)* Vekt	15.4	g			
a)* Sikting v 2 mm	1.41	% rv		1	

### Utlørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.i. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultat er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(r) undersøkte prøve(n).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR001\_V100

Side 1 av 1





Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Mollebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
mijo@eurofins.no

AR-20-MM-000628-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur: 16.12.2019-06.01.2020  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2018-12180182	Prøvetakingsdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrader Elvik		
Prøvemerking:	KAR-5 KJEMI	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	7.09	mg/kg TS	5	37%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	17.7	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 660°C					
a)* Glødetap (550°C)	4.92	% TS	0.1		EN 12879 (S3a): 2001-02
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	56.0	% rv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	589	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.4	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18000	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

### Utlørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

-----  
Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn >: Større enn nd. Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverd/-områdene.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-20 v.106



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000629-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur: 16.12.2019-06.01.2020  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2018-12180188	Prøvetakingsdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Marit Schrøder Elvik		
Prøvemerkning:	KAR-5 GEO	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport	Se vedlegg				
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
a) Partikkelstørrelser					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj	ci-joint	%		Internal Method 6
a)* Prepa - Sieving and refusal at 2 mm					
a)* Vekt	15.4	g			
a)* Sikting v 2 mm	1.38	% rv		1	

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn >: Sterre enn nd ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

ASR001 v 100



Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
A8 (Moss)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000631-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:   
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Provenr.:	489-2018-12180184	Prøvetaksdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Mart Schrøder Elvik		
Prøvemerking:	KAR-REF KJEMI	Analysedato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	8.92	mg/kg TS	5	31%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	20.6	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a)* Glødetap ved 560°C					
a)* Glødetap (550°C)	6.47	% TS	0.1		EN 12879 (S3a): 2001-02
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	52.4	% tv	0.1	5%	EN 12880 (S2a): 2001-02
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	669	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13345 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.4	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Sol)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	17200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saveme  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR001 v 100





Åkerblå AS  
Ringveien 200  
9018 TROMSØ  
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 965 141 518 MVA  
Mollebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-20-MM-000633-01

EUNOMO-00247839

Prøvemottak: 16.12.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.12.2019-06.01.2020  
Referanse: 19171 Karanes

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2019-12180186	Prøvetakingsdato:	10.12.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristine Marit Schrøder Elvik		
Prøvemerking:	KAR-REF-GEO	Analysestartdato:	16.12.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a)* Kornfordeling (2-2000µm) 6 fraksjoner full rapport					
a)* Interpretations/Comments	Se vedlegg				
<b>a) Partikkelstørrelser</b>					
a) Kornstørrelse <2 µm	Cf detalj	cl-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 2 - 20 µm	Cf detalj	cl-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 20 - 63 µm	Cf detalj	cl-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 63 - 200 µm	Cf detalj	cl-joint	%		Internal Method 6
a) Fraction 200 - 2000 µm	Cf detalj	cl-joint	%		Internal Method 6
<b>a)* Prepa - Sleving and refusal at 2 mm</b>					
a)* Vekt	15.8	g			
a)* Sikting v 2 mm	1.56	% rv		1	

### Utlørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)\* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny  
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 06.01.2020

*Kjetil Sjaastad*

Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(r).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AS/001 v 100

**EUROFINS ENVIRONNEMENT TESTING  
NORWAY AS**  
**Résultats**  
 Mollebakken 50  
 PB 3055  
 NO-1538 MOSS  
 NORVEGE

### ANALYTICAL REPORT

Analytical report number: AR-20-LK-001912-01

Version of: 06/01/2020

Page 1/5

Batch N° : 19E195368

Reception Date : 17/12/2019

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00052233

N° Ech	Matrix	Sample reference
001	Sediments	439-2019-12160154 - KAR-1 KJEMI
002	Sediments	439-2019-12160155 - KAR-1 GEO
003	Sediments	439-2019-12160156 - KAR-2- KJEMI
004	Sediments	439-2019-12160157 - KAR-2 GEO
005	Sediments	439-2019-12160158 - KAR-3 KJEMI
006	Sediments	439-2019-12160159 - KAR-3 GEO
007	Sediments	439-2019-12160160 - KAR-4 KJEMI
008	Sediments	439-2019-12160161 - KAR-4 GEO
009	Sediments	439-2019-12160162 - KAR-5 KJEMI
010	Sediments	439-2019-12160163 - KAR-5 GEO
011	Sediments	439-2019-12160164 - KAR-REF KJEMI
012	Sediments	439-2019-12160165 - KAR-REF-GEO

Comment	Sample N°	Sample reference

The results preceded by the sign « correspond to the quantification limits, are the responsibility of the laboratory and depending on the matrix.

All elements of traceability are available on request.

Methods of calculating uncertainty (maximized value): (A) : Eurachem (B) : XP T 90-220

#### Samples storage

The samples will be stored under controlled conditions for 6 weeks for the soil and for 4 weeks for water and air, from the date of receipt at the laboratory. They will be destroyed after this period without any communication from us. If you want the samples to be kept longer, please return this document signed no later than one week before the date of issue.

Additional preservation : ..... x 6 additional weeks (LSOPX)

Name :

Signature :

Date :

**Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverny**  
 5, rue d'Otersailler - 67700 Saverny  
 Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env  
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION  
 N° 1-1488  
 Scope available on  
 www.cofrac.fr



**ANALYTICAL REPORT**

Analytical report number: AR-20-LK-001912-01      Version of : 06/01/2020      Page 2/5  
 Batch N° : 19E195368      Reception Date : 17/12/2019  
 Batch Reference :  
 Order Reference : EUNOM00052233

Sample n° :	001	002	003	004	005	006
Sampling date :						
Start of analysis :	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Temperature of the air in the container :	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C

**Administrative**

LSKEY : **Norway granulometry specific report**  
 Test done on Savene  
 Interpretation/Comment -

Cf detail c/joint

Cf detail c/joint

Cf detail c/joint

**Physico-Chemical preparation**

XXS06 : <b>Prepa - End of Drying</b> Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Drying (the Laboratory works on a fraction <2mm except clear demand for customer) -	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : <b>Dry weight</b> % nw Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Gravimetry - EN 12880 (S2e) 2001-02	*	57.2	*	53.2	*		*	61.0
XXS07 : <b>Prepa - Sieving and refusal at 2 mm</b> % nw Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Sieving (the Laboratory works on a fraction <2mm except clear demand for customer) -	*	1.99	*	2.85	*	3.00	*	1.65
	*		*		*	6.55	*	14.4

**Physical measurements**

LS08F : <b>Particules size by laser (variable step)</b> Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488								
Fraction < 2 µm, mineral parts %			*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint
Fraction 2 - 20 µm %			*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint
Fraction 20 - 63 µm %			*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint
Fraction 63 - 200 µm %			*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint
Fraction 200 - 2000 µm %			*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint	*	Cf detail c/joint
LS995 : <b>Loss on Ignition with 550°C</b> % DM Test done on Savene Gravimetry - EN 12879 (S3e) 2001-02				5.04		5.71		3.32

**Pollution index**

LS916 : <b>Nitrogen Kjeldahl (NTK)</b> µg/kg dry matter Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Volumetry (Mineralization) - EN 13342 - Internal Method (Soil)	*	2.8	*	3.9	*	4.0	
LSSKM : <b>Total Organic Carbon (TOC)</b> Combustion (Dry) - NF EN 15936 - Method B Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488							
Total Organic Carbon by combustion mg/kg dm	*	16500	*	18500	*	26500	
Variation coefficient %	*	12.1					

**Metals**

**ANALYTICAL REPORT**

Analytical report number: AR-20-LK-001912-01

Version of: 06/01/2020

Page 3/5

Batch N° : 19E195388

Reception Date : 17/12/2019

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00052233

Sample n° :	001	002	003	004	005	006
Sampling date :						
Start of analysis :	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Temperature of the air in the container :	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C
<b>Metals</b>						
XXS01 : Mineralisation Water	*	-	*	-	*	-
<b>Regale on solides</b>						
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion (acid) -						
LS874 : Copper (Cu) mg/kg dm	*	10.6	*	7.87	*	15.7
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aqueous regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13346 Method B - December 2000 (repeated at)						
LS882 : Phosphorus (P) mg/kg dry matter	*	2320	*	688	*	1800
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aqueous regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13346 Method B - December 2000 (repeated at)						
LS894 : Zinc (Zn) mg/kg dm	*	38.1	*	20.2	*	40.5
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aqueous regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13346 Method B - December 2000 (repeated at)						

**ANALYTICAL REPORT**

Analytical report number: AR-20-LK-001912-01      Version of : 06/01/2020      Page 4/5  
 Batch N° : 19E195368      Reception Date : 17/12/2019  
 Batch Reference :  
 Order Reference : EUNOMO00052233

Sample n° :	007	008	009	010	011	012
Sampling date :	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Start of analysis :	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C
Temperature of the air in the container :						

**Administrative**

LSKEY : Norway granulometry specific report	Cf detail c-joint	Cf detail c-joint	Cf detail c-joint
Test done on Savene Interpretation/Comment -			

**Physico-Chemical preparation**

<b>XXS06 : Prepa - End of Drying</b> Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Drying (the Laboratory works on a fraction <2mm except clear demand for customer) -	*	-	*	-	*	-	*	-
<b>LSA07 : Dry weight</b> % rw Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Gravimetry - EN 12890 (S2a): 2001-02	*	58.1	*	56.0	*	52.4	*	
<b>XXS07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm</b> Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Sieving (the Laboratory works on a fraction <2mm except clear demand for customer) -	*	2.20	*	1.41	*	2.48	*	1.38
	*		*		*	2.68	*	1.56

**Physical measurements**

LS08F : Particules size by laser (variable step)	Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488						
Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method							
Fraction < 2 µm, mineral parts	%	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint
Fraction 2 - 20 µm	%	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint
Fraction 20 - 63 µm	%	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint
Fraction 63 - 200 µm	%	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint
Fraction 200 - 2000 µm	%	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint	*	Cf detail c-joint
<b>LS995 : Loss on Ignition with 550°C</b> % DM		30.0		4.92		6.47	
Test done on Savene Gravimetry - EN 12879 (S3a): 2001-02							

**Pollution index**

<b>LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)</b> g/kg dry matter Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Volumetry (Mineralization) - EN 13342 - Internal Method (Soil)	*	2.0	*	2.4	*	2.4	
<b>LSSKM : Total Organic Carbon (TOC)</b>	Test done on Savene NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488						
Combustion (Dry) - NF EN 15938 - Method B							
Total Organic Carbon by combustion	mg/kg dm	*	16800	*	18000	*	17200
Variation coefficient	%					*	13.2

**Metals**

**ANALYTICAL REPORT**

Analytical report number: AR-20-LK-001912-01

Version of : 06/01/2020

Page 5/5

Batch N° : 19E195368

Reception Date : 17/12/2019

Batch Reference :

Order Reference : EUNOM000052233

Sample n° :	007	008	009	010	011	012
Sampling date :						
Start of analysis :	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Temperature of the air in the container :	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C	11.7°C

**Metals**

	007	008	009	010	011	012
<b>XXS01 : Mineralisation Water</b>	*	-	*	-	*	-
<b>Regale on solides</b>						
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion (acid) -						
<b>LS874 : Copper (Cu)</b> mg/kg dm	*	18.1	*	7.09	*	8.92
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aque regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13046 Method B - December 2000 (repeated sta						
<b>LS882 : Phosphorus (P)</b> mg/kg dry matter	*	597	*	589	*	669
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aque regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13046 Method B - December 2000 (repeated sta						
<b>LS894 : Zinc (Zn)</b> mg/kg dm	*	15.5	*	17.7	*	20.6
Test done on Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP-OES (Mineralization with aque regia) - EN ISO 11885 - NF EN 13046 Method B - December 2000 (repeated sta						

Reproduction of this document is authorized only in its integral form. It has 5 page(s). This report is only related to the tested objects.

Accreditation in accordance with the recognised international standard ISO/IEC 17025 : 2005 demonstrates technical competence for a defined scope for parameters identified by " -

Laboratory approved by the Ministry of the Environment -The list of approved laboratories is available on the Ministry of the Environment website : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

D : detected / ND : not detected

Accredited laboratory for carrying out sampling and testing land and / or conducting analyzes of water's sanitary control parameters - detailed scope of accreditation available on request.

Laboratory fulfils the Ministry of Environment's requirements defined by decree in the Official Journal published on the 11th March 2010; Scope of the agreement provided on request or on the web : [www.eurofins.fr](http://www.eurofins.fr)



Mathieu Hubner  
Analytical Service Manager



## Annex: analysis report

## LS08F : Particle Size Distribution by Laser

The analysis carried out by Saverne site  
 NF EN ISO11EC 17025:2005 COFRAC 1-1488  
 Méthode Interne T-PS-WO22915

## Sample Identification (Soil Matrix) :

19e195368-002 (SED) - Average

## Operator :

PKB8

## Date of analysis :

vendredi 27 décembre 2019  
14:55:20

## Test Result :

Average of two measurements

## statistical data

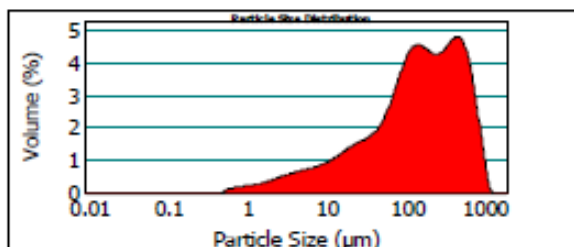

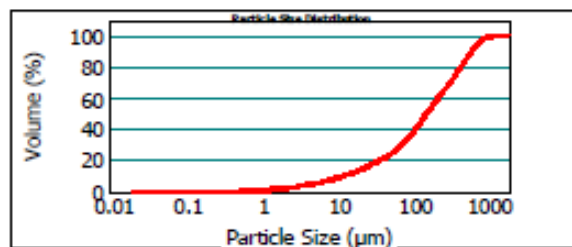
Specific surfaces :	Average :	Median :	Variance :	Std deviation :	Ratio Average/ Median :	Mode :
0.243 m <sup>2</sup> /g	255.959 µm	164.611 µm	64010.024 µm <sup>2</sup>	253.002 µm	1,554 µm	490.161 µm

## ★ Cumulative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.70%  
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 13.15%  
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 26.27%  
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 55.71%  
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

## Relative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.70%  
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 11.45%  
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 9.76%  
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 32.80%  
*Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 13.12%*  
*Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 29.44%*  
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 44.29%


 19e195368-002 (SED) - Average


## Batch A

Percentage below 63.00 µm : 26.27%  
 Percentage between 63.00 µm and 125.00 µm : 15.63%  
 Percentage between 125.00 µm and 250.00 µm : 20.12%  
 Percentage between 250.00 µm and 500.00 µm : 20.39%  
 Percentage between 500.00 µm and 1000.00 µm : 16.47%  
 Percentage between 1000.00 µm and 2000.00 µm : 1.13%

## Batch B

Percentage below 2.00 µm : 1.70%  
 Percentage between 2.00 µm and 4.00 µm : 2.14%  
 Percentage between 4.00 µm and 8.00 µm : 3.15%  
 Percentage between 8.00 µm and 16.00 µm : 4.32%  
 Percentage between 16.00 µm and 32.00 µm : 6.40%  
 Percentage between 32.00 µm and 50.00 µm : 5.19%  
 Percentage between 50.00 µm and 63.00 µm : 3.36%

## Batch D

Percentage below 2.00 µm : 1.70%  
 Percentage between 2.00 µm and 63.00 µm : 24.56%  
 Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 73.73%

## analysis parameters

Device Type :	Malvern Mastersizer 2000	Duration of Analysis :	2 x 30 sec
Measuring Range :	0.020 µm à 2000 µm	refractive index :	1.33
Software :	Malvern Application 5.60	Liquid :	Water 800 mL
Optical Model :	Fraunhofer	Obscuration :	9.53 %
Pump Speed :	3000 rpm	<i>- Laser alignment is carried before every measure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne  
 5, rue d'Ottenviller 67000 SAVERNE -  
 Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env  
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 908 971

## Annex: analysis report

## LS08F : Particle Size Distribution by Laser

The analysis carried out by Saverne site

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode Interne T-PS-WO22915

## Sample Identification (Soil Matrix) :

19e195368-004 (SED) - Average

## Operator :

PKB8

## Date of analysis :

mardi 31 décembre 2019  
10:12:54

## Test Result :

Average of two measurements

statistical data

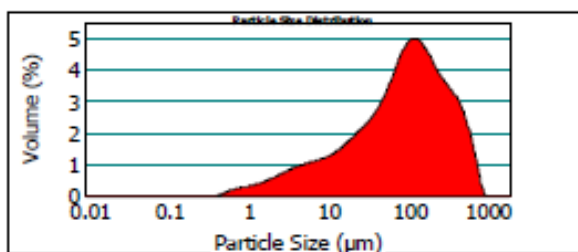
Specific surfaces :	Average :	Medlan :	Variance :	Std deviation :	Ratio Average/ Medlan :	Mode :
0.346 m <sup>2</sup> /g	163.359 µm	101.890 µm	31297.614 µm <sup>2</sup>	176.911 µm	1.603 µm	130.379 µm

## \* Cumulative percentage :

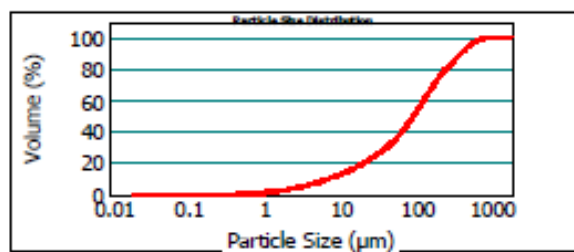
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.53%  
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 18.41%  
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 36.87%  
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 71.38%  
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

## Relative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.53%  
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 15.89%  
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 13.61%  
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 39.36%  
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 18.46%  
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 34.31%  
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 28.62%



■ 19e195368-004 (SED) - Average



## Batch A

Percentage below 63.00 µm : 36.87%  
 Percentage between 63.00 µm and 125.00 µm : 19.69%  
 Percentage between 125.00 µm and 250.00 µm : 21.00%  
 Percentage between 250.00 µm and 500.00 µm : 15.58%  
 Percentage between 500.00 µm and 1000.00 µm : 6.86%  
 Percentage between 1000.00 µm and 2000.00 µm : 0.00%

## Batch B

Percentage below 2.00 µm : 2.53%  
 Percentage between 2.00 µm and 4.00 µm : 3.14%  
 Percentage between 4.00 µm and 8.00 µm : 4.55%  
 Percentage between 8.00 µm and 16.00 µm : 5.82%  
 Percentage between 16.00 µm and 32.00 µm : 8.52%  
 Percentage between 32.00 µm and 50.00 µm : 7.47%  
 Percentage between 50.00 µm and 63.00 µm : 4.85%

## Batch D

Percentage below 2.00 µm : 2.53%  
 Percentage between 2.00 µm and 63.00 µm : 34.34%  
 Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 63.13%

analysis parameters

Device Type : Malvern Mastersizer 2000

Measuring Range : 0.020 µm à 2000 µm

Software : Malvern Application 5.60

Optical Model : Fraunhofer

Pump Speed : 3000 rpm

Duration of Analysis : 2 X 30 sec

refractive index : 1.33

Liquid : Water 800 mL

Obscuration : 10.58 %

- Laser alignment is carried before every measure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne  
 5, rue d'Ottenwiler 67700 SAVERNE -  
 Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env  
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 988 971



## Annex: analysis report

## LS08F : Particle Size Distribution by Laser

The analysis carried out by Saverné site

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Sample Identification (Soil Matrix) :

19e195368-006 (SED) - Average

Date of analysis :

mardi 31 décembre 2019 10:17:12

Operator :

PKB8

Test Result :

Average of two measurements

## statistical data

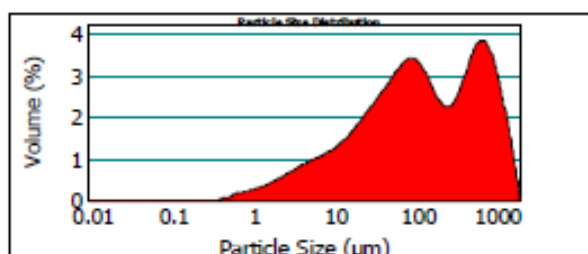
Specific surfaces :	Average :	Median :	Variance :	Std deviation :	Ratio Average/ Median :	Mode :
0.321 m <sup>2</sup> /g	321.040 μm	120.667 μm	1b4213.184 μm <sup>2</sup>	405.232 μm	2.66 μm	706.818 μm

## ★ Cumulative percentage :

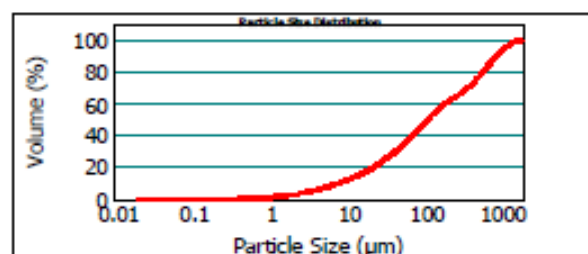
Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.27%  
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 17.74%  
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 35.90%  
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 59.51%  
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

## Relative percentage :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.27%  
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 15.46%  
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 13.70%  
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 28.08%  
 Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 18.16%  
 Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 23.61%  
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 40.49%



■ 19e195368-006 (SED) - Average



## Batch A

Percentage below 63.00 μm : 35.90%  
 Percentage between 63.00 μm and 125.00 μm : 14.85%  
 Percentage between 125.00 μm and 250.00 μm : 12.14%  
 Percentage between 250.00 μm and 500.00 μm : 11.86%  
 Percentage between 500.00 μm and 1000.00 μm : 16.59%  
 Percentage between 1000.00 μm and 2000.00 μm : 8.67%

## Batch B

Percentage below 2.00 μm : 2.27%  
 Percentage between 2.00 μm and 4.00 μm : 2.88%  
 Percentage between 4.00 μm and 8.00 μm : 4.32%  
 Percentage between 8.00 μm and 16.00 μm : 5.84%  
 Percentage between 16.00 μm and 32.00 μm : 8.67%  
 Percentage between 32.00 μm and 50.00 μm : 7.44%  
 Percentage between 50.00 μm and 63.00 μm : 4.47%

## Batch D

Percentage below 2.00 μm : 2.27%  
 Percentage between 2.00 μm and 63.00 μm : 33.62%  
 Percentage between 63.00 μm and 2000.00 μm : 64.10%

## analysis parameters

Device Type :	Malvern Mastersizer 2000	Duration of Analysis :	2 x 30 sec
Measuring Range :	0.020 μm à 2000 μm	refractive index :	1.33
Software :	Malvern Application 5.60	Liquid :	Water 800 mL
Optical Model :	Fraunhofer	Obscuration :	14.50 %
Pump Speed :	3000 rpm	<i>- Laser alignment is carried before every measure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverné  
 5, rue d'Oberniviller 57700 SAVERNE -  
 Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env  
 SAS au capital de 1 832 800 € - APE 7120B - RCS Saverné 422 988 971

## Annex: analysis report

## LS08F : Particle Size Distribution by Laser

The analysis carried out by Saverne site

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode Interne T-PS-WO22915

## Sample Identification (Soil Matrix) :

19e195368-008 (SED) - Average

## Operator :

PKB8

## Date of analysis :

mardi 31 décembre 2019 10:26:44

## Test Result :

Average of two measurements

## statistical data

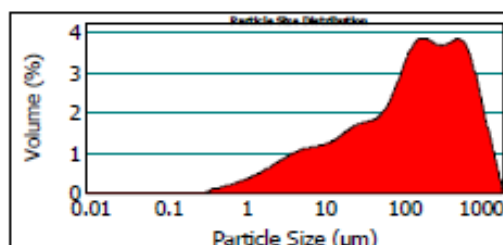

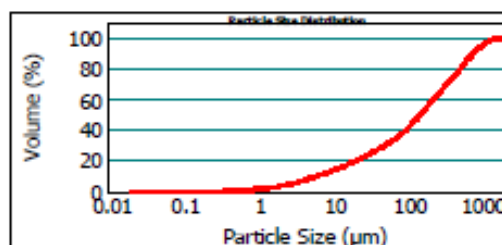
Specific surfaces :	Average :	Median :	Variance :	Std deviation :	Ratio Average/ Median :	Mode :
0.384 m <sup>2</sup> /g	305.151 µm	161.888 µm	1.52201.676 µm <sup>2</sup>	363.595 µm	1.884	196.712 µm

## \* Cumulative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.05%  
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 18.91%  
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 32.00%  
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 55.30%  
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

## Relative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.05%  
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 15.86%  
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 10.19%  
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 26.20%  
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 13.09%  
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 23.30%  
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 44.70%


 19e195368-008 (SED) - Average


## Batch A

Percentage below 63.00 µm : 32.00%  
 Percentage between 63.00 µm and 125.00 µm : 11.90%  
 Percentage between 125.00 µm and 250.00 µm : 16.97%  
 Percentage between 250.00 µm and 500.00 µm : 16.81%  
 Percentage between 500.00 µm and 1000.00 µm : 15.90%  
 Percentage between 1000.00 µm and 2000.00 µm : 6.41%

## Batch B

Percentage below 2.00 µm : 3.05%  
 Percentage between 2.00 µm and 4.00 µm : 3.46%  
 Percentage between 4.00 µm and 8.00 µm : 4.81%  
 Percentage between 8.00 µm and 16.00 µm : 5.51%  
 Percentage between 16.00 µm and 32.00 µm : 7.08%  
 Percentage between 32.00 µm and 50.00 µm : 5.19%  
 Percentage between 50.00 µm and 63.00 µm : 2.90%

## Batch D

Percentage below 2.00 µm : 3.05%  
 Percentage between 2.00 µm and 63.00 µm : 28.95%  
 Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 68.00%

## analysis parameters

Device Type :	Malvern Mastersizer 2000	Duration of Analysis :	2 x 30 sec
Measuring Range :	0.020 µm à 2000 µm	refractive Index :	1.33
Software :	Malvern Application 5.60	Liquid :	Water 800 mL
Optical Model :	Fraunhofer	Obscuration :	10.69 %
Pump Speed :	3000 rpm	<i>- Laser alignment is carried before every measure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne  
 5, rue d'Ottawailler 67000 SAVERNE -  
 Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 85 31 - Site Web : www.eurofins.fr/enr  
 SAS au capital de 1 832 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 985 971

### Annex: analysis report

**LS08F : Particle Size Distribution by Laser**

The analysis carried out by Saveme site

NF EN ISO1EC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode Interne T-PS-WO22915

**Sample Identification (Soil Matrix) :**

19e195368-010 (SED) - Average

**Operator :**

PKB8

**Date of analysis :**

mardi 31 décembre 2019 10:37:50

**Test Result :**

Average of two measurements

statistical data

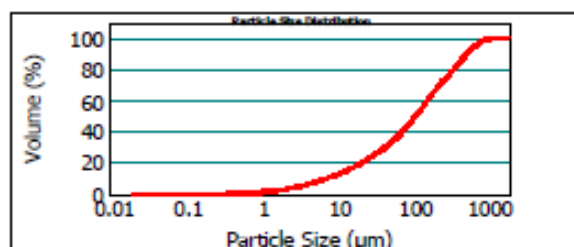
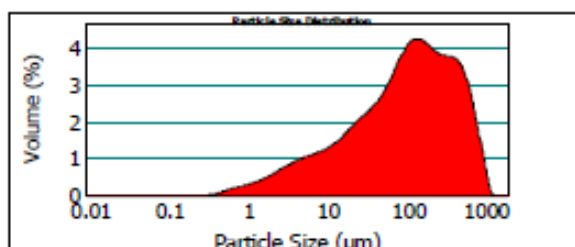
<b>Specific surfaces :</b> 0.352 m <sup>2</sup> /g	<b>Average :</b> 205.553 µm	<b>Median :</b> 116.184 µm	<b>Variance :</b> 53997.222 µm <sup>2</sup>	<b>Std deviation :</b> 232.373 µm	<b>Ratio Average/ Median :</b> 1.769 µm	<b>Mode :</b> 146.911 µm
---	--------------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------	--	-----------------------------

**\* Cumulative percentage :**

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.56%  
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 18.54%  
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 35.68%  
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 64.81%  
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

**Relative percentage :**

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.56%  
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 15.97%  
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 12.94%  
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 33.33%  
*Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 17.15%*  
*Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 29.12%*  
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 35.19%



■ 19e195368-010 (SED) - Average

**Batch A**

Percentage below 63.00 µm : 35.68%  
 Percentage between 63.00 µm and 125.00 µm : 16.29%  
 Percentage between 125.00 µm and 250.00 µm : 18.63%  
 Percentage between 250.00 µm and 500.00 µm : 16.97%  
 Percentage between 500.00 µm and 1000.00 µm : 11.60%  
 Percentage between 1000.00 µm and 2000.00 µm : 0.82%

**Batch B**

Percentage below 2.00 µm : 2.56%  
 Percentage between 2.00 µm and 4.00 µm : 3.13%  
 Percentage between 4.00 µm and 8.00 µm : 4.60%  
 Percentage between 8.00 µm and 16.00 µm : 5.86%  
 Percentage between 16.00 µm and 32.00 µm : 8.40%  
 Percentage between 32.00 µm and 50.00 µm : 6.92%  
 Percentage between 50.00 µm and 63.00 µm : 4.21%

**Batch D**

Percentage below 2.00 µm : 2.56%  
 Percentage between 2.00 µm and 63.00 µm : 33.12%  
 Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 64.32%

analysis parameters

<b>Device Type :</b> Malvern Mastersizer 2000	<b>Duration of Analysis :</b> 2 x 30 sec
<b>Measuring Range :</b> 0.020 µm à 2000 µm	<b>refractive Index :</b> 1.33
<b>Software :</b> Malvern Application 5.60	<b>Liquid :</b> Water 800 mL
<b>Optical Model :</b> Fraunhofer	<b>Obscuration :</b> 10.77 %
<b>Pump Speed :</b> 3000 rpm	<b>- Laser alignment is carried before every measure</b>

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.  
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saveme  
 5, rue d'Observillet 67700 SAVERNE  
 Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/enr  
 SAS au capital de 1 652 800 € - APE 7120B - RCS Saveme 422 098 971

## Annex: analysis report

### LS08F : Particle Size Distribution by Laser

The analysis carried out by Saverne site

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488  
Méthode Interne T-PS-WO22915

#### Sample Identification (Soil Matrix) :

19e195368-012 (SED) - Average

#### Operator :

PKB8

#### Date of analysis :

mardi 31 décembre 2019 10:49:09

#### Test Result :

Average of two measurements

#### statistical data

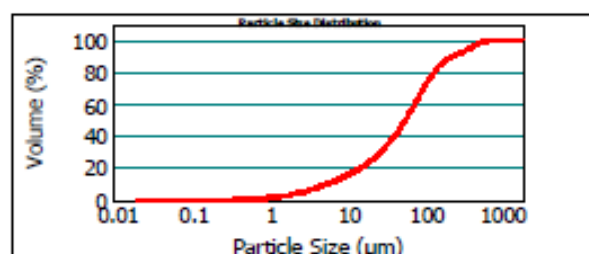
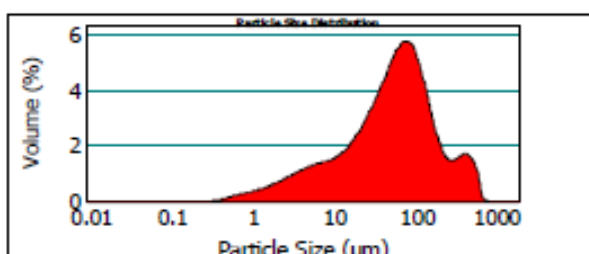
Specific surfaces :	Average :	Median :	Variance :	Std deviation :	Ratio Average/ Median :	Mode :
0.439 m <sup>2</sup> /g	102.042 µm	61.252 µm	15939.507 µm <sup>2</sup>	126.251 µm	1.665	84.472 µm

#### \* Cumulative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.13%  
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 22.91%  
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 50.98%  
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 87.10%  
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

#### Relative percentage :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.13%  
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 19.78%  
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 20.43%  
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 43.76%  
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 28.08%  
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 36.12%  
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 12.90%



■ 19e195368-012 (SED) - Average

#### Batch A

Percentage below 63.00 µm : 50.98%  
Percentage between 63.00 µm and 125.00 µm : 24.91%  
Percentage between 125.00 µm and 250.00 µm : 14.14%  
Percentage between 250.00 µm and 500.00 µm : 7.17%  
Percentage between 500.00 µm and 1000.00 µm : 2.79%  
Percentage between 1000.00 µm and 2000.00 µm : 0.00%

#### Batch B

Percentage below 2.00 µm : 3.13%  
Percentage between 2.00 µm and 4.00 µm : 3.79%  
Percentage between 4.00 µm and 8.00 µm : 5.69%  
Percentage between 8.00 µm and 16.00 µm : 7.23%  
Percentage between 16.00 µm and 32.00 µm : 11.74%  
Percentage between 32.00 µm and 50.00 µm : 11.76%  
Percentage between 50.00 µm and 63.00 µm : 7.65%

#### Batch D

Percentage below 2.00 µm : 3.13%  
Percentage between 2.00 µm and 63.00 µm : 47.86%  
Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 49.02%

#### analysis parameters

Device Type :	Malvern Mastersizer 2000	Duration of Analysis :	2 X 30 sec
Measuring Range :	0.020 µm à 2000 µm	refractive Index :	1.33
Software :	Malvern Application 5.60	Liquid :	Water 800 mL
Optical Model :	Fraunhofer	Obscuration :	5.26 %
Pump Speed :	3000 rpm	<i>- Laser alignment is carried before every measure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne  
5, rue d'Ottomville 67700 SAVERNE -  
Téléphone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 85 31 - Site Web : www.eurofins.fr/enr  
SAS au capital de 1 832 800 € - APE: 7120B - RCS Saverne 422 988 971

### Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

#### V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

**Gruppe 1** – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

**Gruppe 2** – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

**Gruppe 3** – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

**Gruppe 4** – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

**Gruppe 5** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).



### V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

**Tabell V3.1** Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

### V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

**Tabell V3.2** Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the *Axionice/Pista* complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

## Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

### V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet ( $J$ , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor  $p_i = N_i/N$ ,  $N_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max} (= \log_2 S)$ , er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien 1.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $S$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

#### V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdien for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  er verdien for arten  $i$ ,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer med innenfor økologisk gruppe  $i$ ,  $AMBI_i$  er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe 1- 5, respektivt) og  $N_{AMBI}$  er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

#### V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)



Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[ 0,5 \cdot \left( \frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \cdot \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

#### V4.4 Normalisering

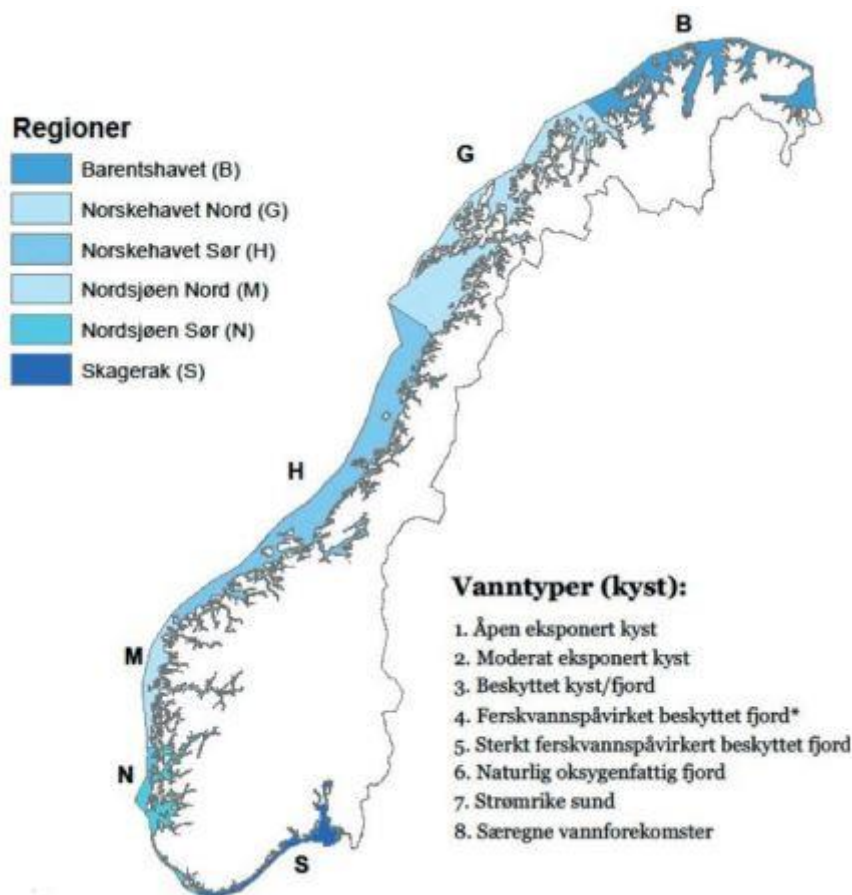
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

## Vedlegg 5 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 (2018) ved stasjoner utenfor anleggssonen.



**Figur V5.1** Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

**Tabell V5.1** Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018 (2018)

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V5.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand\*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse II	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

\*Tilstandsklasse

Tabell V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018 (2018). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært God/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O <sub>2</sub> innhold**	mg O <sub>2</sub> / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

\* Tilstandsklasse

\*\* Regnet fra ml O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

\*\*\* Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

**Tabell V5.4** Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Tilstand*	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

*\*Miljøtilstand*

## Vedlegg 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Karanes (Tabell V6.1).

**Tabell V6.1** Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG )	KAR- -1-1	KAR- 1-2	KAR- 2-1	KAR- 2-2	KAR- 3-1	KAR- 3-2	KAR- 4-1	KAR- 4-2	KAR- 5-1	KAR- 5-2
Polychaeta	1					1					
Ampharete lindstroemi kompleks										2	
Ampharete octocirrata	1										2
Ampharete sp.	1			3	3	1			1	2	1
Amphicteis gunneri	3					2					1
Amphictene auricoma	2			7	6	3	2	7	10	10	13
Anobothrus gracilis	2										4
Apistobranchnus tullbergi	2			1			1				
Arenicola marina		1					1				
Brada sp.	2					1	1				1
Capitella capitata kompleks	5	998	276	48	60	123	115	930	789	25	32
Chaetopterus variopedatus	1					1					
Chaetozone setosa kompleks	4			6	18	4	1	2	7	6	9
Chirimia biceps	2						1				
Cirratulus cirratus	4			3	4	14	4	1	4	1	2
Cistenides hyperborea	3							2			
Cossura longocirrata	4				1						
Diplocirrus glaucus	2			3	1		2	1			2
Enipo kinbergi				1							1
Erinaceusyllis erinaceus						1					
Eteone flava/longa	4	12	43	6	3	3	6	71	93	7	10
Euchone rubrocincta										1	
Euchone sp.	2									2	
Eulalia bilineata							1				
Eumida sp.	1								1		1
Eunice pennata	1					1					
Eupolymnia nebulosa	2					1	2				1
Eupolymnia nesidensis	1									2	
Exogone naidina	1			1							
Exogone verugera	1										1
Exogoninae										1	
Galathowenia oculata	3			3			1	1	2	2	1
Gattyana cirrhosa	2				1		1				
Glycera alba	2			1	3			1	1		
Glycera lapidum kompleks	1			1	4	2	2	1	6	1	3
Goniada maculata	2			1					2	1	2

Heteromastus filiformis	4			1	6				5		
Hydroides norvegica	1							1			
Hypereteone foliosa								1		2	
Jasmineira sp.	2			7	5	1	3	1	3	14	
Lagis koreni	4		1	6	1	2		2			
Lamispina falcata										1	
Laonice cirrata	1			2	2						
Laonice sarsi	1									1	
Laonice sp.	1					1			1		
Laphania boeckii	2					1	1			1	
Lysilla loveni	1			1						1	
Malacoceros vulgaris	5	203	110								
Maldane sarsi	4			1			1			2	
Malmgrenia mcintoshii						2					
Malmgrenia sp.								1			
Mediomastus fragilis	4	1	1	7	22	51	52	13	26	32	27
Melinna albicincta											2
Melinna sp.										1	
Neoamphitrite affinis					1						
Nephtyidae										1	
Nephtys caeca	2							1			
Nephtys hombergii	2										1
Nephtys paradoxa	2					1					
Nephtys sp.	2			3	2		3				
Nereididae							1				
Nereimyra punctata	4					5	4				3
Nicomache lumbricalis	2						5			1	
Nothria conchylega	1			1		2	1				
Notomastus latericeus	1				2		1			6	5
Ophelina acuminata	2	2									
Ophryotrocha sp.	4	17	35						3		
Owenia borealis	2			13	8		2	1	1	14	7
Oxydromus vittatus	3			4	3		1		1	7	1
Paramphinome jeffreysii	3	6	46	106	136	45	207	119	72	308	291
Pectinariidae										11	
Petaloproctus borealis				1	1		1				
Pholoe baltica	3			17	32	12	19	39	32	31	21
Pholoe sp.	2			4	6	6	1	15	14	10	10
Phyllodoce groenlandica	3			3	2	1			1	1	1
Phyllodoce maculata	4									8	
Phyllodoce mucosa	5	5	53	9	9	9	6	106	178		10
Phyllodoce rosea	1				2						
Phyllodocidae	2		1								
Poecilochaetus serpens				1	2						
Polycirrus arcticus	3			1							
Polycirrus sp.	1						1				
Polydora sp.	4				1		1		1		2
Polynoidae	2				1	7	4		1	2	
Prionospio cirrifera	3	1		2	1			1	3	2	5
Prionospio fallax	2			2	2		2			1	
Proclea graffii	2										1
Psamathe fusca	2					2	4				1



Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4			38	24	5	5	2	1	29	7
Rhodine gracilior	1			28	21	4	5			6	26
Sabellidae	2			1						2	
Samytha sexcirrata	1			1							
Scalibregma inflatum kompleks	3						1				
Scolelepis korsuni	1										1
Scoletoma magnidentata				1	1	1				1	
Scoloplos armiger kompleks	3		2	40	66	93	95	31	79	93	76
Scoloplos sp.										1	3
Spio limicola				45	45	1		7	8	11	13
Spiophanes wigleyi	1										1
Syllidae	2					2	1		1		
Syllis armillaris						2					
Syllis cornuta	3				3	20	23	2		2	4
Syllis hyalina				1							
Terebellides sp.	2			1				1			2
Trichobranchus roseus	1			3	1						2
Oligochaeta	5			1							
Abra nitida	3			1	1					1	
Abra prismatica	1			1	1					1	
Acanthocardia echinata	2			1							
Arctica islandica	3								1	1	
Astarte elliptica	1					1					
Corbula gibba	4			1							1
Crenella decussata	1					7	9		1		1
Ennucula tenuis	2			2	1	1	1		1		1
Fabulina fabula		2	7					4	4		
Gari fervensis								1	1		1
Lucinoma borealis	1			1							
Lyonsia norwegica											1
Macoma calcarea	4		1	1	2			1			1
Modiolula phaseolina	1										1
Montacuta substriata	1			1					1	2	
Musculus niger	1					1					2
<b>Mytilus edulis</b>	<b>4</b>		<b>6</b>				<b>1</b>				
Nuculana minuta	1			1						1	
Nuculana pernula	2					1					
Parvicardium minimum	1										1
Parvicardium pinnulatum	3										2
Tellimya ferruginosa	2							2		1	4
Thyasira flexuosa	3			43	41		2	11	13	43	25
Thyasira sarsii	4	28	44	19	37	18	22	33	78	20	19
Cylichna alba	1			1							
Epitonium trevelyanum											1
Euspira montagui	2			3	6	3	2	5		1	5
Euspira pallida	2			1							
Hermania sp.	2			9	4	2	5	4		6	11
Lepeta caeca						51	32			4	2
Philine sp.									2		5

Philinidae	2			1						
Propebela harpularia				1						
Puncturella noachina						1				
Pyramidellidae							1			
Retusa umbilicata	4			1			1	2	1	1
Rissoidae										1
Leptochiton arcticus						6	3			
Leptochiton asellus	1					22	5		2	
Stenosemus albus						17	5			
Antalis entalis	1			1		1	1	6	1	
Caudofoveata	2								4	
Chaetoderma nitidulum	2			2	1	2				3
Solenogastres										1
Neomenia carinata									1	
Amphipoda	2							1		1
Acidostoma obesum	1									2
Ampelisca macrocephala	1								1	
Caprellidae				17	9					
Caprellidae		1	2							
Cheirocratus sp.	1			2	4	2				2
Dulichidae				2		2		2	3	1
Harpinia sp.	3			5	2				4	
Hippomedon denticulatus	1				7			4	2	
Lysianassidae	1									2
Oedicerotidae										1
Paraphoxus oculatus	2									1
Photidae									4	1
Photis tenuicornis										1
Photis sp.					3					16
Phtisica marina	2					9	2			15
Tryphosites longipes	1				1			4		1
Westwoodilla caecula	1			1	2		1			5
Diastylis sp.	1									1
Eudorella sp.	1						1			
Hemilamprops roseus	1			1						
Leucon sp.						1				
Hyas coarctatus							1			
Paguridae	1								1	
Janira maculosa	1					4				
Tanaidacea	1		1							1
Philomedes globosus	1					24	12			
Vargula norvegica	1					6	2	1		3
Pycnogonida	1			1						
Calanoida		1	6			4		1	1	3
Amphiura filiformis	3			6	3					9
Ophiocten affinis	3									
Ophiura albida	2					2				
Ophiura ophiura							1			
Ophiura robusta	2					2	1			
Ophiura sp.	2			1		6				1
Echinoidea	1		1							1
Brisaster fragilis	3							1	3	

Echinocardium cordatum	2										2
Echinocardium flavescens	1			2							
Echinocardium sp.	3				1	1		1			
Strongylocentrotus pallidus						3	1				
Labidoplax buskii	2			26	34	1	4		2	35	40
Leptosynapta bergensis					1						
Leptosynapta decaria				2							
Leptosynapta inhaerens				1							
Psolus squamatus				1	1	2				3	1
Asciacea	1				1						
Pelonaia corrugata				1	1						
Actiniaria	1					79	31		1	1	
Cerianthus lloydii	3				1		1		1		2
Edwardsiidae	2			10	3				5	1	4
Paraedwardsia arenaria	3			1						3	2
<b>Hydrozoa</b>					<b>1</b>		<b>1</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
Acaulis primarius					1						
Enteropneusta				1							
<b>Nematoda</b>		<b>20</b>	<b>50</b>	<b>5</b>							<b>x</b>
Nemertea	3		1	9	8	9	7	4	8	3	7
Nemertea 2	3				3	1	2			1	3
Phoronis muelleri	2			1	1					1	3
Turbellaria	1										1
Priapulus caudatus	3					1	2	1			
Sipuncula	2									4	
Golfingia sp.	2						1				3
Nephasoma minutum	2			5	1	1	1	1		2	10
Phascolion strombus strombus	2			4	1	6	6	10	9	2	1
Phascolion tuberculosum							1		4		
<b>Egg/eggmasse</b>					<b>1</b>						<b>x</b>
<b>Foraminifera</b>				<b>100</b>							<b>x</b>
Neoamphitrite sp.							1				
Iphimedia obesa										1	1
Pulsellum affine											1
Tubificoides sp.								1			
Naticidae									1		

### Vedlegg 7 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 CTD data fra Karanes

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde	Tid
33,64	5,401	94,05	8,98	0,53	17:39:24
33,64	5,398	93,61	8,94	0,69	17:39:25
33,64	5,399	90,34	8,63	0,84	17:39:26
33,65	5,399	92,33	8,82	1,11	17:39:27
33,65	5,398	93,24	8,9	1,32	17:39:28
33,65	5,398	93,45	8,92	1,54	17:39:29
33,65	5,398	93,17	8,9	1,78	17:39:30
33,66	5,398	92,86	8,87	1,93	17:39:31
33,65	5,396	93,54	8,93	2,22	17:39:32
33,66	5,398	93,69	8,95	2,41	17:39:33
33,67	5,395	93,59	8,94	2,58	17:39:34
33,66	5,393	93,06	8,89	2,95	17:39:35
33,65	5,397	93,5	8,93	3,22	17:39:36
33,66	5,402	93,3	8,91	3,52	17:39:37
33,66	5,403	93,55	8,93	3,86	17:39:38
33,66	5,403	93,28	8,91	4,13	17:39:39
33,67	5,401	91,5	8,74	4,47	17:39:40
33,67	5,403	92,77	8,86	4,8	17:39:41
33,67	5,401	93,41	8,92	5,04	17:39:42
33,67	5,399	93,6	8,94	5,43	17:39:43
33,68	5,395	93,88	8,96	5,7	17:39:44
33,67	5,397	93,89	8,97	6,02	17:39:45
33,67	5,398	94	8,98	6,37	17:39:46
33,67	5,401	94,11	8,99	6,64	17:39:47
33,67	5,4	94,14	8,99	6,98	17:39:48
33,69	5,399	94,27	9	7,22	17:39:49
33,68	5,4	94,21	8,99	7,56	17:39:50
33,69	5,402	94,37	9,01	7,52	17:39:51
33,68	5,403	94,47	9,02	7,51	17:39:52
33,7	5,402	94,51	9,02	7,53	17:39:53
33,69	5,402	94,61	9,03	7,72	17:39:54
33,68	5,4	94,81	9,05	8,04	17:39:55
33,69	5,397	94,56	9,03	8,51	17:39:56
33,69	5,399	94,44	9,02	8,91	17:39:57
33,67	5,4	94,68	9,04	9,08	17:39:58
33,69	5,398	94,51	9,02	9,4	17:39:59
33,68	5,398	94,51	9,02	9,62	17:40:00
33,68	5,397	94,36	9,01	10,6	17:40:01
33,7	5,399	94,64	9,03	10,84	17:40:02

33,69	5,399	94,6	9,03	11,04	17:40:03
33,67	5,397	94,64	9,04	11,15	17:40:04
33,68	5,396	94,67	9,04	11,23	17:40:05
33,7	5,395	94,82	9,05	11,15	17:40:06
33,67	5,394	94,8	9,05	11,22	17:40:07
33,69	5,41	94,92	9,06	11,26	17:40:08
33,69	5,408	94,9	9,06	11,34	17:40:09
33,71	5,408	94,99	9,07	11,55	17:40:10
33,7	5,416	95,09	9,07	11,56	17:40:11
33,69	5,42	95,12	9,08	11,59	17:40:12
33,71	5,411	95,04	9,07	11,78	17:40:13
33,68	5,406	95,13	9,08	12,18	17:40:14
33,7	5,408	95,05	9,07	12,48	17:40:15
33,72	5,423	95,15	9,08	12,77	17:40:16
33,72	5,439	95,26	9,08	12,97	17:40:17
33,71	5,446	95,27	9,08	13,19	17:40:18
33,72	5,448	95,22	9,08	13,45	17:40:19
33,72	5,45	95,04	9,06	14,08	17:40:20
33,72	5,451	95,3	9,09	14,08	17:40:21
33,72	5,451	95,31	9,09	14,16	17:40:22
33,74	5,45	95,09	9,06	14,86	17:40:23
33,72	5,45	95,17	9,07	15,24	17:40:24
33,72	5,452	95,17	9,07	15,74	17:40:25
33,73	5,451	95,2	9,08	16,13	17:40:26
33,71	5,45	95,12	9,07	16,86	17:40:27
33,72	5,45	95,2	9,08	17,08	17:40:28
33,74	5,449	95,13	9,07	17,76	17:40:29
33,73	5,45	95,15	9,07	18,41	17:40:30
33,73	5,45	95,12	9,07	18,96	17:40:31
33,73	5,449	95,13	9,07	19,75	17:40:32
33,73	5,446	95,13	9,07	20,51	17:40:33
33,74	5,443	95,07	9,06	21,48	17:40:34
33,73	5,442	95,18	9,08	22,21	17:40:35
33,73	5,441	95,15	9,07	23,11	17:40:36
33,75	5,44	95,36	9,09	23,37	17:40:37
33,72	5,44	95,3	9,09	23,4	17:40:38
33,75	5,44	95,28	9,08	23,62	17:40:39
33,74	5,44	95,34	9,09	23,76	17:40:40
33,75	5,44	95,29	9,09	24,24	17:40:41
33,75	5,441	95,24	9,08	24,79	17:40:42
33,74	5,443	95,31	9,09	25,46	17:40:43
33,76	5,444	95,32	9,09	26,02	17:40:44
33,78	5,446	95,28	9,08	26,62	17:40:45
33,79	5,448	95,33	9,08	27,33	17:40:46
33,8	5,451	95,33	9,08	27,77	17:40:47
33,81	5,452	95,38	9,09	28,11	17:40:48

33,81	5,455	95,3	9,08	28,61	17:40:49
33,83	5,455	95,27	9,08	29,21	17:40:50
33,85	5,459	95,27	9,07	29,84	17:40:51
33,87	5,463	95,26	9,07	30,52	17:40:52
33,87	5,466	95,35	9,08	31,29	17:40:53
33,86	5,466	95,38	9,08	31,91	17:40:54
33,86	5,468	95,22	9,07	32,39	17:40:55
33,87	5,468	95,32	9,07	32,89	17:40:56
33,88	5,47	95,19	9,06	33,46	17:40:57
33,88	5,47	95,15	9,06	34,12	17:40:58
33,89	5,471	95,11	9,05	34,83	17:40:59
33,88	5,471	95,2	9,06	35,39	17:41:00
33,91	5,467	95,14	9,06	36,01	17:41:01
33,91	5,467	95,12	9,05	36,71	17:41:02
33,91	5,466	95,07	9,05	37,3	17:41:03
33,9	5,466	95,01	9,04	38,14	17:41:04
33,91	5,46	95,12	9,05	38,8	17:41:05
33,9	5,453	95,06	9,05	39,08	17:41:06
33,9	5,44	95,03	9,05	39,83	17:41:07
33,89	5,434	95,03	9,05	40,34	17:41:08
33,91	5,431	94,99	9,05	40,96	17:41:09
33,91	5,429	95,07	9,06	41,33	17:41:10
33,91	5,43	94,99	9,05	41,77	17:41:11
33,92	5,432	94,96	9,05	42,46	17:41:12
33,94	5,432	95,17	9,06	43,15	17:41:13
33,92	5,43	94,96	9,05	43,84	17:41:14
33,92	5,43	94,96	9,05	44,42	17:41:15
33,92	5,434	94,93	9,04	45,15	17:41:16
33,92	5,434	94,89	9,04	45,92	17:41:17
33,93	5,435	94,85	9,03	46,58	17:41:18
33,93	5,434	94,83	9,03	47,52	17:41:19
33,94	5,43	94,92	9,04	48,15	17:41:20
33,94	5,429	94,84	9,03	48,75	17:41:21
33,96	5,429	94,82	9,03	49,67	17:41:22
33,95	5,424	95,02	9,05	50,45	17:41:23
33,95	5,42	94,87	9,04	51,19	17:41:24
33,95	5,413	95,02	9,05	51,94	17:41:25
33,94	5,4	94,78	9,03	52,77	17:41:26
33,94	5,404	94,74	9,03	53,42	17:41:27
33,95	5,414	94,79	9,03	54,01	17:41:28
33,97	5,415	94,88	9,04	54,8	17:41:29
33,98	5,415	94,77	9,03	55,64	17:41:30
33,97	5,419	94,8	9,03	56,35	17:41:31
33,98	5,421	94,75	9,02	57,27	17:41:32
33,98	5,422	94,94	9,04	58,17	17:41:33
33,98	5,422	94,76	9,02	58,66	17:41:34

33,99	5,407	94,93	9,04	59,57	17:41:35
33,99	5,409	94,65	9,02	60,55	17:41:36
33,99	5,421	94,79	9,03	61,49	17:41:37
33,98	5,424	94,68	9,02	62,35	17:41:38
33,99	5,419	94,7	9,02	63,16	17:41:39
33,98	5,414	94,65	9,02	63,91	17:41:40
33,99	5,416	94,66	9,02	64,61	17:41:41
33,99	5,425	94,65	9,01	65,35	17:41:42
34	5,427	94,8	9,03	66,35	17:41:43
34,01	5,429	94,71	9,02	67,28	17:41:44
34,03	5,429	94,55	9	67,91	17:41:45
34,01	5,427	94,58	9	68,61	17:41:46
34,03	5,426	94,58	9	68,98	17:41:47
34,02	5,425	94,54	9	69,34	17:41:48
34,02	5,426	94,5	9	70,05	17:41:49
34,01	5,427	94,49	9	70,75	17:41:50
34,03	5,429	94,54	9	71,22	17:41:51
34,03	5,43	94,64	9,01	71,7	17:41:52
34,05	5,431	94,44	8,99	72,39	17:41:53
34,01	5,427	94,45	8,99	73,19	17:41:54
34,01	5,425	94,47	8,99	73,86	17:41:55
34,03	5,425	94,48	8,99	73,85	17:41:56
34,03	5,424	94,41	8,99	74,2	17:41:57
34,03	5,424	94,41	8,99	75,06	17:41:58
34,04	5,426	94,45	8,99	75,62	17:41:59
34,04	5,426	94,43	8,99	76,19	17:42:00
34,03	5,425	94,47	8,99	76,8	17:42:01
34,05	5,427	94,58	9	77,32	17:42:02
34,05	5,429	94,57	9	78	17:42:03
34,05	5,436	94,39	8,98	78,64	17:42:04
34,05	5,441	94,63	9	79,11	17:42:05
34,06	5,441	94,38	8,98	79,47	17:42:06
34,06	5,444	94,33	8,97	79,7	17:42:07
34,07	5,454	94,35	8,97	80,14	17:42:08
34,06	5,461	94,35	8,97	81,07	17:42:09
34,06	5,466	94,34	8,97	81,97	17:42:10
34,05	5,468	94,46	8,98	82,55	17:42:11
34,06	5,469	94,31	8,97	82,87	17:42:12
34,07	5,47	94,32	8,97	82,97	17:42:13
34,06	5,471	94,31	8,97	83,02	17:42:14
34,05	5,47	94,25	8,96	83,36	17:42:15
34,06	5,47	94,23	8,96	84	17:42:16
34,08	5,472	94,67	9	84,26	17:42:17
34,07	5,473	94,17	8,95	84,26	17:42:18
34,08	5,474	94,09	8,94	84,29	17:42:19
34,08	5,474	94,13	8,95	84,33	17:42:20

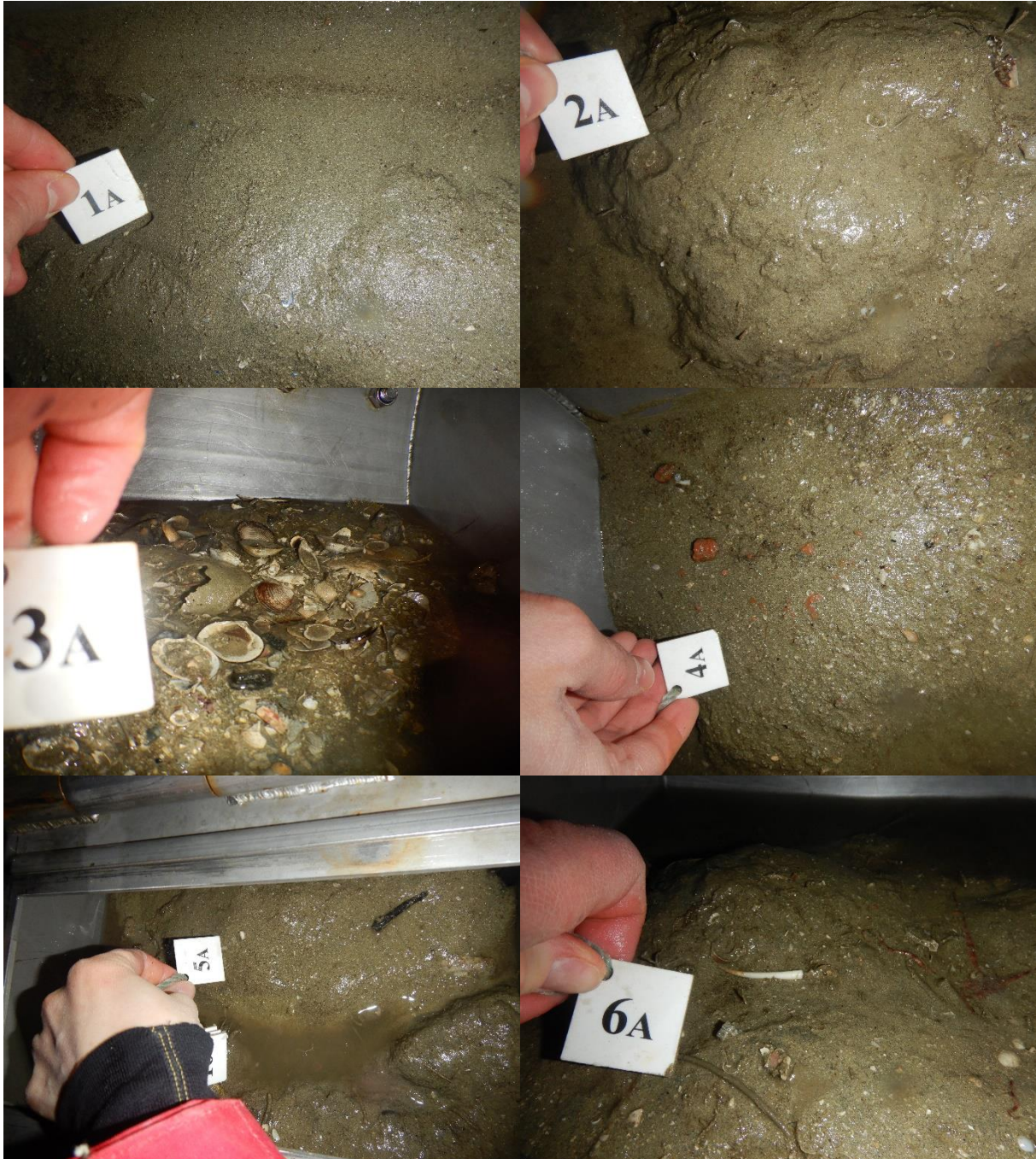


34,08	5,472	94,07	8,94	84,49	17:42:21
34,08	5,472	94,05	8,94	84,59	17:42:22
34,08	5,473	94,02	8,94	84,58	17:42:23

---

**Vedlegg 8 – Bilder av sediment**

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon før grabben ble tømt i plastbaljen (Figur V8.1).



**Figur V8.1** Sediment fra grabb. Lapp indikerer stasjonsnummer (stasjon 6 = referansestasjon).

# ASC-vurdering

for

## Karanes



**Feltarbeid**

**10.12.2019**

**Oppdragsgiver**

**Lerøy Aurora AS**

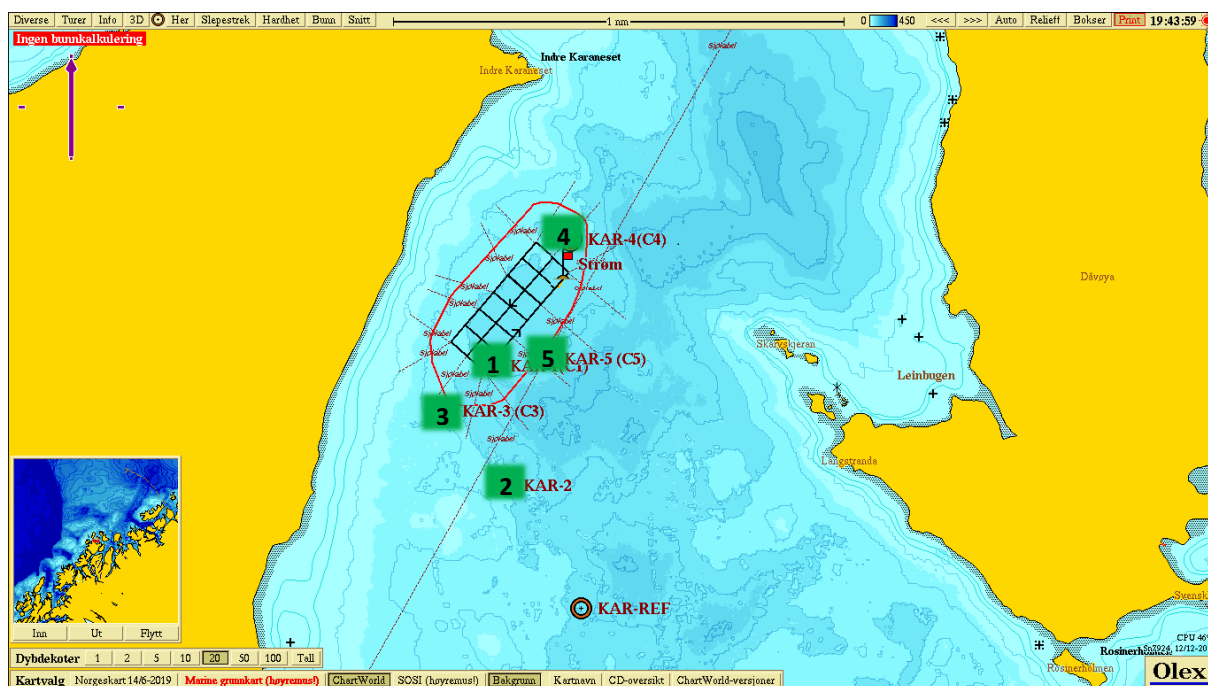


### V.9-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Karanes i Karlsøy, Troms fylke (Figur V.9-1.1). Dette er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med denne vurderingen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2017). Til dette utfører Åkerblå AS akkrediterte tjenester i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014).

Samtlige stasjoner, både innenfor og utenfor AZE, fikk tilstand «Akseptabel» for alle vurderte kriterier i henhold til ASC-standard. Stasjonene utenfor AZE viste god biodiversitet og godkjente nivåer for redokspotensiale og kobberinnhold. Begge stasjoner innenfor AZE hadde to eller flere ikke-forurensningsindikerende arter i et høyt antall, og det var derfor ikke nødvendig å sammenlikne med referansestasjonen (figur V.9-7.1).

Ved KAR-5 rett utenfor AZE var forholdene svært gode, mens forholdene ved stasjonene innenfor AZE viste noe påvirkning. Dette tyder på at utstrekningen av AZE-sonen virker fornuftig, da det er tydelig forskjeller i faunaforholdene.



**Figur V.9-1.1** Plassering av anleggsramme og forøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner med vurdering av tilstand: Grønn = Akseptabel tilstand og rød = ikke akseptabel tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = KAR-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Forsidefoto: Ingvild Andersson

## V.9-2 Innledning

ASC Salmon Standard (2017) angir blant annet krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale ( $E_h$ ) og kobbernivå (Cu) i sedimentene ved oppdrettslokaliteter. Standarden definerer to soner: innenfor og utenfor tillatt sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* – AZE; tabell V.9-2.1). Utstrekningen av AZE sonen kan være utfordrende å bestemme, men er generelt definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

Innenfor AZE skal det være minst 2 ikke- forurensingsindikatorarter, som forekommer med over 100 individer per  $m^2$  eller høyere. Eller det kan være likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per  $m^2$ . Arter vurderes som forurensingsindikerende etter Norsk Sensitivitetsindeks (NSI) gruppe 5, mens dyr i gruppe 1-4 regnes ikke som forurensingsindikatorarter. Noen arter er ikke tildelt NSI-gruppering og er derfor i utgangspunktet ikke med i vurderingen. Det gjøres likevel en skjønnsmessig vurdering basert på egne observasjoner og/eller kjent litteratur. Det tolkes i denne rapporten at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av  $\geq 2$  arter skal sørge for at AZE, som kan være under en viss forurensningsgrad, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende.

Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (u-AZE) skal redoks-potensialet ( $E_h$ ) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende, og faunaindekser skal indikere god til svært god økologisk kvalitet. Som standard vurderes disse faunaresultatene etter Shannon-Wiener indeksen som må ligge over 3.0 (tabell V.9-2.1).

Er det brukt kobberbaserte nøter skal konsentrasjonen av kobber undersøkes i sediment fra stasjonene utenfor AZE, den opprinnelige referansestasjonen og to referansestasjoner i tillegg. Disse prøvene tas samtidig som de øvrige stasjonene. Bruk av kobber gjelder for nett behandlet med hvilken som helst kobber-bestendig stoff i de siste 18 månedene, eller hvor behandlede nett ikke har blitt grundig rengjort på et landbasert anlegg siden forrige kobberbehandling.

ASC Salmon Standard henviser til prøvetaking ved maks biomasse; når biomassen er estimert  $\geq 75\%$ . Dette er oftest da det også er størst belastning fra utfôring og dermed et fornuftig tidspunkt å ta prøvene på. Likevel kan det være slik at dette ikke sammenfaller. Ved slike tilfeller bør prøvene tas i tidsrommet to måneder før maksimal belastning (utfôring) til to måneder etter utslakt etter NS9410 (2016). Det er fordi mengde fôr sannsynligvis har større konsekvens for miljøet enn biomassen av fisk.

**Tabell V.9-2.1** Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial ( $E_h$ ), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2017) fritt oversatt.

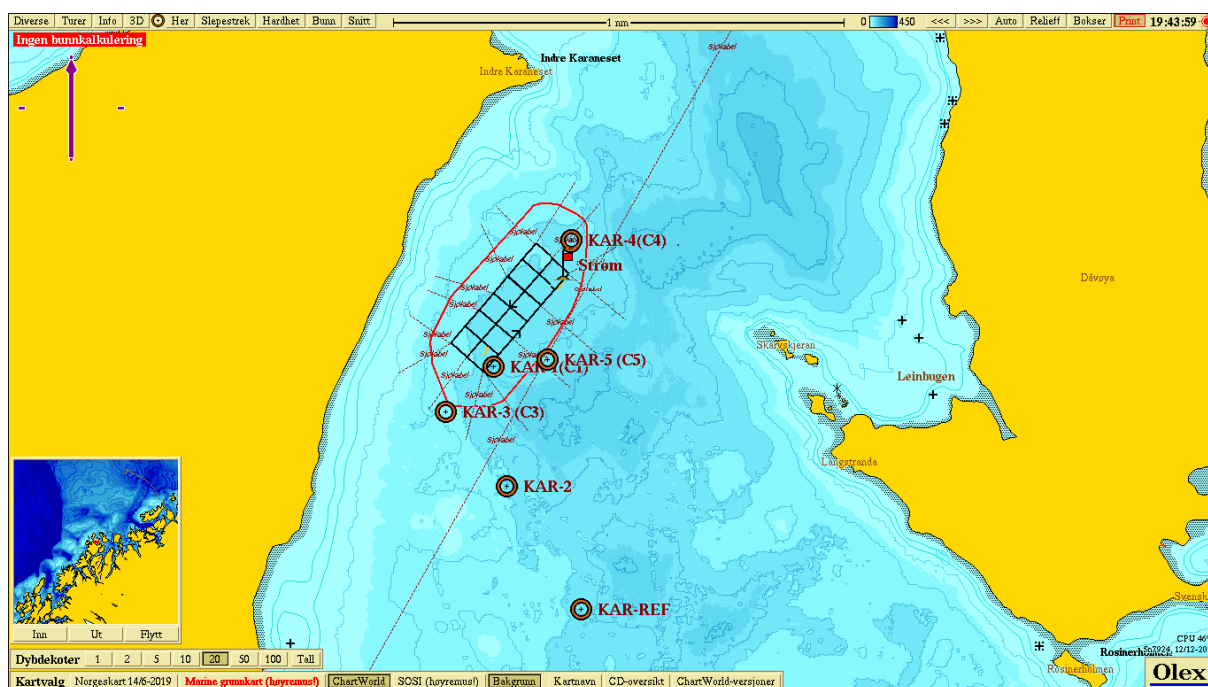
Indikator	Krav
$E_h$ - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi $\leq 3.3$ , eller Shannon-Wiener Indeks verdi $> 3$ , eller bentisk kvalitetsindeks (BQI) $\geq 15$ , eller infauna tropisk indeks (ITI) $> 25$
Antallet makrofauna taxa i sedimentet innenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$\geq 2$ taxa med høyt antall som ikke er forurensingsindikatorarter. *
Bruk av not med kobberinnhold eller behandling	$< 34$ mg Cu/kg sediment eller bevis for at det ligger innenfor referanseverdier gjeldende for dette området

\*Høyt antall: Mer enn 100 organismer per kvadratmeter (eller like mange som referansestasjonen(-e) om naturlig nivå er lavere enn dette).

### V.9-3 Metode

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-vurderingen er tilsvarende som for C-undersøkelsen utført ved samme lokalitet (C-undersøkelse utført 10.12.2019, Rapport nr. MCR-M-19171-Karanes). Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er beskrevet med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2017), samt i ASC Audit Manual (2017). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrømretning og avstand til Allowable Zone of Effect (AZE). Grensen for AZE er modellert av Multiconsult AS (2016) og strekker seg mellom ca 60 og 150 meter utenfor anleggsrammen, med størst utbredelse i nord-vest og sør-østlige retning.

Med utgangspunkt i modellert AZE er stasjonene plassert med stasjon KAR-1 og KAR-4 som nærstasjoner inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon KAR-2 ble plassert i hovedstrømretning 490 meter utenfor anleggets ramme, og 340 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon KAR-3 ble plassert i hovedstrømretning 235 meter utenfor anleggets ramme, og 40 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjonene KAR-5 er lagt i dypvannsområdet vest for anlegget med en avstand fra anleggsrammen på 160 meter og 30 meter utenfor antatt AZE. Referansestasjonen KAR-REF ble plassert 1050 meter sør-vest for anleggsplasseringen med bunnforhold tilsvarende området innenfor AZE (figur V.9-3.1 og tabell V.9-3.1).



**Figur V.9-3.1** Plassering av anleggsramme med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



**Tabell V.9-3-1** Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard (2017). Koordinater er oppgitt for stasjoner som ikke allerede er beskrevet i Tabell 2.1.1.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
KAR-1	-	40	85	FAU, KJE, GEO, PE	i-aze
KAR-2	-	490	62	FAU, KJE, GEO, PE	u-aze
KAR-3	-	235	45	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	u-aze
KAR-4	-	106	72	FAU, KJE, GEO, PE	i-aze
KAR-5	-	165	84	FAU, KJE, GEO, PE	u-aze
KAR-REF	70°03.313 N / 19°18.781 'Ø	1050	50	FAU, KJE, GEO, PE	REF

### V.9-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Karanes som C-undersøkelse (Åkerblå 2020; tabell V.9-4.1). I tillegg til disse ble det tatt en referansestasjon (KAR-REF) spesifikt for ASC-vurderingen (V.9-7).

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden (tabell V.9-4.1).

Data for referansestasjonen oppgis, men klassifiseres ikke i tabellen under.

**Tabell V.9-4.1** Resultat for redokspotensial (E<sub>h</sub>) målt i millivolt ( mV), Shannon-Wiener faunaindeks (H') for fauna utenfor AZE (u-AZE), antall makrofauna taxa over 100 individer per m<sup>2</sup> (i-AZE), Antall ikke-forurensingsindikatorer som er likt eller flere i forhold til referansestasjonen (Ref.\*) og mengde kobber (Cu) på lokaliteten. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel, i.a = ikke analysert (STF 97:03, veileder 02:2018, ASC Salmon Standard 2017).

Stasjon	E <sub>h</sub>		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
KAR-1					4	A		
KAR-2	252	A	4,759	A			7,87	A
KAR-3	291	A	4,310	A			15,7	A
KAR-4					8	A		
KAR-5	370	A	4,505	A			7,09	A
KAR-REF	330		4,539				8,92	

### V.9-4.1 KAR-REF

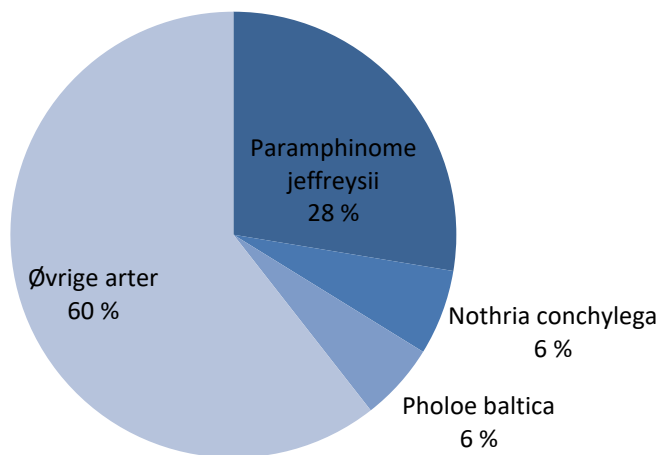
Ved KAR-REF ble det registrert 1065 individer fordelt på 110 arter (tabell V.9-4.1.1, tabell V.9-4.1.2 og figur V.9-4.1.1).

**Tabell V.9-4.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe. Listen oppgir dyr per 0.2m<sup>2</sup>.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	294	27,6
<i>Nothria conchylega</i>	1	66	6,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	60	5,6
<i>Spio limicola</i>		55	5,2
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	54	5,1
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	49	4,6
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	34	3,2
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	32	3,0
<i>Labidoplax buskii</i>	2	29	2,7
<i>Pholoe sp.</i>	2	26	2,4
Øvrige arter	-	366	34,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur V.9-4.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-REF.

**Tabell V.9-4.1.2** Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	KAR-REF-1	KAR-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	86	65	76	
N	634	431	533	
NQI1	0,783	0,749	0,766	0,851
H'	4,892	4,185	4,539	0,893
J	0,761	0,695	0,728	
H'max	6,426	6,022	6,224	
ES100	36,170	29,910	33,040	0,887
ISI	8,887	8,398	8,642	0,787
NSI	22,708	22,202	22,455	0,698
<b>Grabbverdi</b>				<b>0,823</b>

### V.10-5 Diskusjon

Samtlige stasjoner, både innenfor og utenfor AZE, fikk tilstand «Akseptabel» for alle vurderte kriterier i henhold til ASC-standarden. Stasjonene utenfor AZE viste god biodiversitet og godkjente nivåer for redokspotensiale og kobberinnhold. Begge stasjoner innenfor AZE hadde to eller flere ikke-forurensningsindikerende arter i et høyt antall, og det var derfor ikke nødvendig å sammenlikne med referansestasjonen.

Ved to av stasjonene var grabbene ikke godkjente for volum. I tillegg ble det funnet en forskjell i arts- og individantall ved flere av stasjonene. Dette indikerer at det er lokale forskjeller på havbunnen. Dette har sannsynligvis ingen innvirkning på resultatene da to grabbene ved samme stasjon fikk samme tilstandsklassifisering, og en større mengde volum vil føre til en større mengde arter og individer.

Ved KAR-5 rett utenfor AZE var forholdene svært gode, mens forholdene ved stasjonene innenfor AZE viste noe påvirkning. Dette tyder på at utstrekningen av AZE-sonen virker fornuftig, da det er tydelig forskjeller i faunaforholdene.

**V.9-6 Litteraturliste**

ASC Salmon Standard (2017). ASC Salmon Standard version 1.1. Aquaculture Stewardship Council, hentet 01.08.17 fra [https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Standard\\_v1.1.pdf](https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Standard_v1.1.pdf)

ASC Salmon Standard Audit Manual (2017). ASC Salmon Standard Audit Manual V1.1, hentet 01.08.17 fra [https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Audit-Manual\\_v1.1-1.pdf](https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Audit-Manual_v1.1-1.pdf)

Multiconsult (2016) ASC / MOM-C modellering – Karanes, Karlsøy kommune. Multiconsult. 713315-RIMT-RAP-004

NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge

Åkerblå AS (2020) C-undersøkelse for Karanes. Rapportnr. 100363-01-000. 83 s.

## V.9-7 Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved KAR-REF (Tabell V.9-7.1).

**Tabell V.9-7.1** Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG)	KAR-REF-1	KAR-REF-2
Amaeana trilobata	1	1	1
Ampharete lindstroemi kompleks		14	2
Ampharete octocirrata	1	6	
Ampharete sp.	1		1
Amphictene auricoma	2	6	1
Capitella capitata kompleks	5	7	1
Chaetozone setosa kompleks	4	19	15
Cirratulus cirratus	4		1
Diplocirrus glaucus	2	2	1
Dipolydora coeca	1		1
Eteone flava/longa	4	2	
Eumida sp.	1	9	
Exogone verugera	1	2	
Galathowenia oculata	3	1	2
Glycera alba	2		3
Glycera lapidum kompleks	1		2
Glycera sp.	2	9	3
Goniada maculata	2	2	2
Heteromastus filiformis	4	1	11
Lanassa nordenskioldi		2	
Laonice sp.	1	1	
Lumbrineridae	2	2	
Mediomastus fragilis	4	21	11
Nephtyidae		1	
Nephtys ciliata	3		1
Nereimyra punctata	4	3	1
Nothria conchylega	1	43	23
Notomastus latericeus	1	9	
Ophelina sp.	3	1	
Owenia borealis	2	8	1
Oxydromus vittatus	3	2	
Paramphinome jeffreysii	3	144	150
Pectinaria sp.	1	2	
Pectinariidae			2
Pholoe baltica	3	43	17
Pholoe sp.	2	9	17
Phyllodoce maculata	4		1
Phyllodoce mucosa	5	2	
Phyllodoce sp.	3		1
Polycirrus arcticus	3		1



Polycirrus sp.	1	6	
Polynoidae	2	7	
Prionospio cirrifera	3	3	1
Prionospio fallax	2	1	2
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4	20	2
Pseudopolydora pulchra	4	3	
Rhodine gracilior	1		5
Rhodine sp.	1	4	
Sabella pavonina		1	
Sabellidae	2	8	1
Scalibregma inflatum kompleks	3	2	
Scolelepis sp.	1		1
Scoloplos armiger kompleks	3	28	26
Spio limicola		35	20
Spiophanes kroyeri	3	5	5
Streblosoma intestinale	1	1	
Syllis cornuta	3	7	1
Syllis hyalina			1
Terebellides sp.	2	2	
Trichobranchus roseus	1		1
Abra nitida	3	1	1
Abra prismatica	1		1
Crenella decussata	1	1	
Ennucula tenuis	2	4	2
Kurtiella bidentata	4	1	
Modiolula phaseolina	1	1	1
Montacuta substriata	1	6	
Musculus niger	1	1	
Nuculana pernula	2	1	
Palliolum striatum		1	
Parvicardium minimum	1	2	1
Tellimya ferruginosa	2		2
Thyasira flexuosa	3	27	22
Euspira montagui	2	1	
Euspira pallida	2		1
Hermania sp.	2	1	3
Raphitoma sp.		2	
Retusa umbilicata	4	1	
Thesbia nana		1	
Antalis entalis	1		1
Antalis occidentalis	1	1	
Pulsellum lofotense		2	1
Caudofoveata	2	2	6
Amphipoda	2	1	
Harpinia sp.	3		1
Lysianassidae	1	1	
Photidae		4	2
Phtisica marina	2	17	7
Caridea			1
Tanaidacea	1	4	2
Ostracoda	2	2	
Philomedes globosus	1		2

Pycnogonida	1	1	
Calanoida			x
Amphiura chiajei	2	1	
Amphiura filiformis	3	3	16
Ophiocten affinis	3	1	
Ophiura albida	2		
Ophiura carnea		1	
Ophiura ophiura		1	
Brissopsis lyrifera	2		1
Echinocardium flavescens	1	1	
Spatangus sp.		1	
Labidoplax buskii	2	20	9
Psolus squamatus		1	1
Edwardsiidae	2		1
Paraedwardsia arenaria	3		2
Nemertea	3	1	
Sipuncula	2	2	
Phascolion strombus strombus	2	1	1
Egg/eggmasse			x
Trichobranchus sp.		4	
Atylidae		2	4

## V.9-8 Analysebevis

Se vedlegg 2 i C-undersøkelsen.

# C-undersøkelse

NS9410:2016

# ASC-undersøkelse

ASC Salmon Standard - Version 1.0 2012  
for lokalitet

# Karanes




**Feltarbeid:** 12.10.2016

**Oppdragsgiver:** Lerøy Aurora AS



Informasjon oppdragsgiver:			
Rapportnummer:	MCR-M-11516	Lokalitet:	Karanes
Lokalitetsnummer:	10759	GPS, senter av anlegg:	70°03.983 N / 19°18.315 Ø
Fylke:	Troms	Kommune:	Karlsøy
MTB-tillatelse:	5400 tonn	Driftsleder:	
Dato undersøkelse:	12.10.2016	Dato rapport:	13.12.2016
Oppdragsgiver:	Lerøy Aurora AS		
Akkreditert:	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025) Element: Ja, Kystlab Prebio AS, Nummer 361 (DS/EN ISO/IEC 17025:2005) TOC, oksygen og sedimentkarakteristikk: Nei		

Resultat fra C-undersøkelse (NS9410:2016):							
Stasjoner		KAR-1	KAR-2	KAR-3	KAR-4	KAR-5	KAR-6
Parameter							
GPS (prøvestasjoner):		N 70°03.851 Ø 19° 18.209	N 70° 03.752 Ø 19° 17.899	N 70° 03.624 Ø 19° 17.977	N 70°04.122 Ø 19° 18.550	N 70° 03.850 Ø 19° 18.626	N 70° 03.312 Ø 19° 18.811
Fauna (resultat + Veileder 02:2013-tilstandsklasse)	Antall arter:	18	80	91	21	109	118
	Antall individ:	4792	2143	1696	2291	1703	1269
	NQI 1:	-	II (god)	II (god)	-	II (god)	II (god)
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:	-	II (god)	II (god)	-	II (god)	I (meget god)
	Jevnhet (0-1):	0,256	0,621	0,657	0,485	0,476	0,716
	Hurl.ind.(ES n=100) Hurl., tilst.klasse:	-	II (god)	II (god)	-	II (god)	I (meget god)
	ISI:	-	II (god)	II (god)	-	II (god)	II (god)
	NSI:	-	III (moderat)	III (moderat)	-	II (god)	II (god)
	Miljøtilst. 9410/ MOM-tilstand:	Miljøtilstand 2	-	-	Miljøtilstand 1	-	-
	Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	III(Moderat/ mindre god)	III(Moderat/ mindre god)	II (god)	II(god)	III(moderat/ mindre god)
Element (resultat + TA- 2229/2007)	Zn,(mg/kg TS): Zn, tilst.klasse:	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)
	Cu (mg/kg TS) Cu, tilst.klasse:	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)	I (svært god)
	Kjeldahl- Nitrogen (mg N/kg)	2370	1310	1330	1700	2650	3220
Oksygen	Målt verdi (mg/l): O <sub>2</sub> , tilst.klasse:					I (svært god)	
Sedimentkarakteristikk (% finfraksjon):		3	3	6	2	8	10

Tittel	C-undersøkelse for lokalitet Karanes med ASC-undersøkelse
Rapportnummer	MCR-M-11516- Karanes -1016
Rapportdato	13.12.2016
Dato feltarbeid	12.10.2016
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse
-	-
<b>Lokalitet</b>	
Lokalitet	Karanes, Karlsøy, Troms
Lokalitetsnummer	10759
<b>Oppdragsgiver</b>	
Selskap	Lerøy Aurora AS
Kontaktperson	Gudrun Gunnarsdottir Gudrun@leroyaurora.no
<b>Oppdragsansvarlig</b>	
Selskap	Åkerblå AS 7260 FRØYA Organisasjon nr. 916 763 816
Ansvarlig prøvetaking	Frode Bjørklund
Rapportansvarlig	Bjørn Erik Bye bjorn@akerbla.no
Forfatter (e)	Ann Christin Johansen Bjørn Erik Bye Charlotte Hallerud
Godkjent av	Frode Bjørklund 

## **Forord**

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokaliteten Karanes. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. C-undersøkelsen er også en del av en ASC-undersøkelse. ASC-undersøkelsen er presentert i kapittel 5.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS 9410, samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (Anon 2013) ved Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Tromsø 13. desember 2016



## Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse og en ASC undersøkelse ved lokaliteten Karanes i Karlsøy, Troms.

Totalt viser denne undersøkelsen noe påvirkning på stasjonene som ble tatt inntil anleggets ramme. Påvirkningen vises ved et lavere artsantall enn ved naturlige forhold, samt ved høy forekomst av forurensningsindikerende eller –tolerante arter. Stasjonene i overgangssonen og utenfor denne fikk alle tilstandsklasse II; «god» for fauna, og kan beskrives som noe utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold. På samtlige stasjoner i undersøkelsen var verdiene for nTOC forhøyet i forhold til det som normalt beskrives som uberørte forhold, og høyest verdi hadde referansestasjonen som ble tatt lengst unna anlegget. Dette tyder på naturlig høye forekomster av nTOC, noe som er påvist også i andre undersøkelser i tilstøtende områder. Naturlig høye forekomster av nTOC kan muligens forskyve balansen i bunnfaunaen slik at tilstandsklasse II kan være den naturlige for området. Overgangssonen og de prøvetatte områdene utenfor denne viser dermed liten påvirkning fra driften av anlegget.

ASC-undersøkelsen viste tilstand «Akseptabel» for samtlige undersøkte kriterier.

### Neste C-undersøkelse:

I henhold til NS 9410:2016 er det etter samlet vurdering av resultatene i denne undersøkelsen tilstrekkelig at det gjennomføres C-undersøkelse på lokaliteten hver tredje produksjonssyklus.

## Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Materiale og metode .....</b>	<b>9</b>
2.1 Område og prøvestasjoner.....	9
2.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger .....	11
2.3 Produksjon .....	13
<b>3 Resultater fra C-undersøkelsen.....</b>	<b>14</b>
3.1 Bunnnyrsanalyse .....	14
3.1.1 KAR-1 .....	14
3.1.2 KAR-2 .....	16
3.1.3 KAR-3 .....	18
3.1.4 KAR-4 .....	20
3.1.5 KAR-5 .....	22
3.1.6 KAR-6 .....	24
3.2 Samlet resultat nEQR.....	26
3.3 Hydrografi.....	27
3.4 Sediment – Sensoriske vurderinger, kornfordeling, pH og redokspotensiale .....	29
3.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), Total nitrogen (TN), fosfor, sink og kobber .....	32
<b>4 Oppsummering og vurdering av miljøtilstand .....</b>	<b>33</b>
4.1 Prøvestasjoner .....	33
4.2 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer.....	35
4.3 Undersøkelsesfrekvens.....	35
<b>5 ASC-Undersøkelse.....</b>	<b>36</b>
5.1 Innledning .....	36
5.2 Materiale og metode.....	37
5.3 Resultater .....	37
5.4 Diskusjon .....	38
<b>6 Referanser .....</b>	<b>39</b>
<b>7 Vedlegg .....</b>	<b>41</b>
Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser.....	41
Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.....	44
Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI).....	46
Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere).....	48
Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna.....	50
Vedlegg 6 - Indekser for stasjon i anleggssonen.....	55
Vedlegg 7 - CTD Data .....	57
Vedlegg 8 - Analysebevis .....	59
Vedlegg 9 – Bilder sediment.....	62

## 1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende undersøkelser av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske parametere (hydrografi, sediment, miljøgifter). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile.

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningstolerante (forurensningsindikerende) flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

De fleste former for liv i sjøen er avhengig av oksygeninnholdet i vannmassene. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid ( $H_2S$ ), som er giftig for biologisk aktivitet. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og lavt reduksjonspotensiale (lav Eh) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og glødetap (TOM). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber) og fosfor i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er påvirket av eventuell kilde til forurensning.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS 9410:2016. I denne standarden står det at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i veileder 02:2013 (Anon, 2013).

Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Anon, 2013). Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQII (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og

Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse tilstandsklassene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet, og inngå i en helhetlig vurdering sammen med andre resultater, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB) på lokaliteten (NS 9410:2016). Stasjonsplasseringen deles i tre forskjellige typer, C1, C2 og C3 med beskrivelse som følger; C1: Stasjonen plasseres i overgang mellom anleggssone og overgangssone mot den delen av anlegget som har størst påvirkning. C2: Stasjonen plasseres i ytterkant av overgangssonen i representativt område. C3: Plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømretning og bunntopografi. Ved skrånende bunn legges det stasjon ved bunnen av skråning. Antall stasjoner for C3 avhenger av størrelse på lokaliteten. Tidspunkt for prøvetaking bør være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og fram til to måneder etter utslakting. C-undersøkelse skal utføres etter første generasjon på en lokalitet, mens minimumskravet til frekvens for undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (Tabell 1.1).

**Tabell 1.1** Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser.

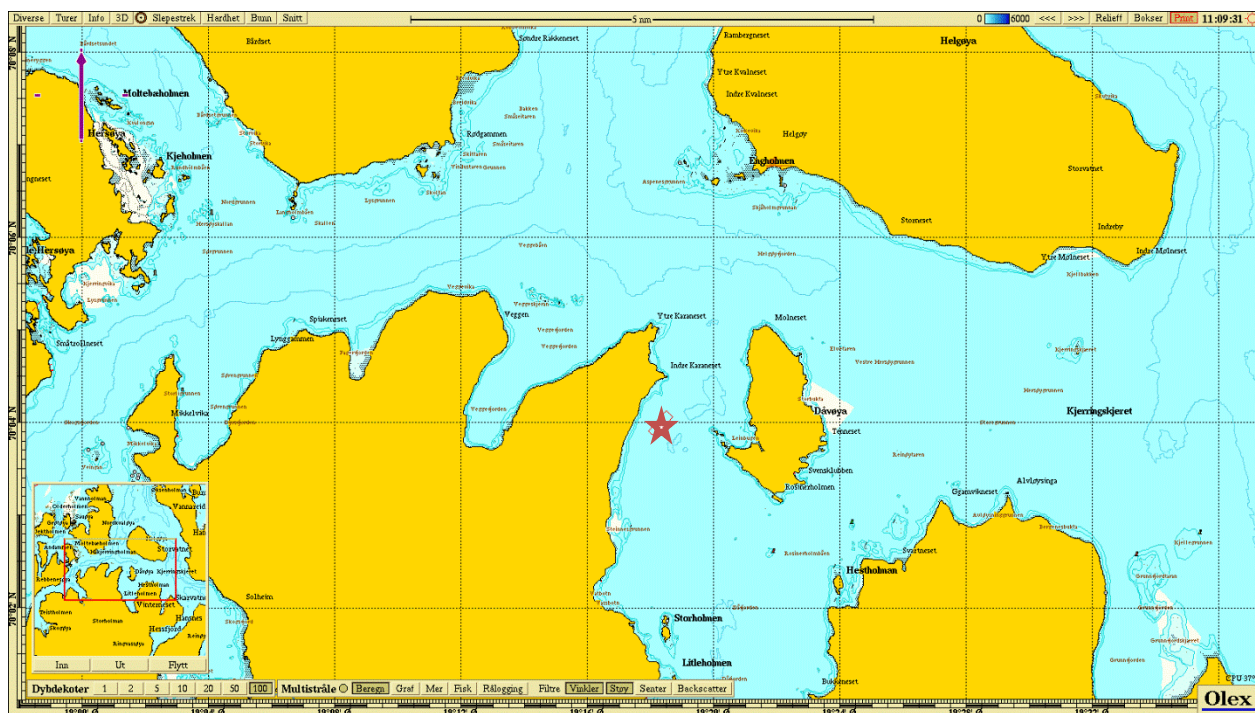
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat	x		
	Svært god eller god			x
Samlet for C3, C4, osv.	Moderat		x	
	Svært god eller god			x

I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS 9410:2016 kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, for eksempel i utslippstillatelsen.

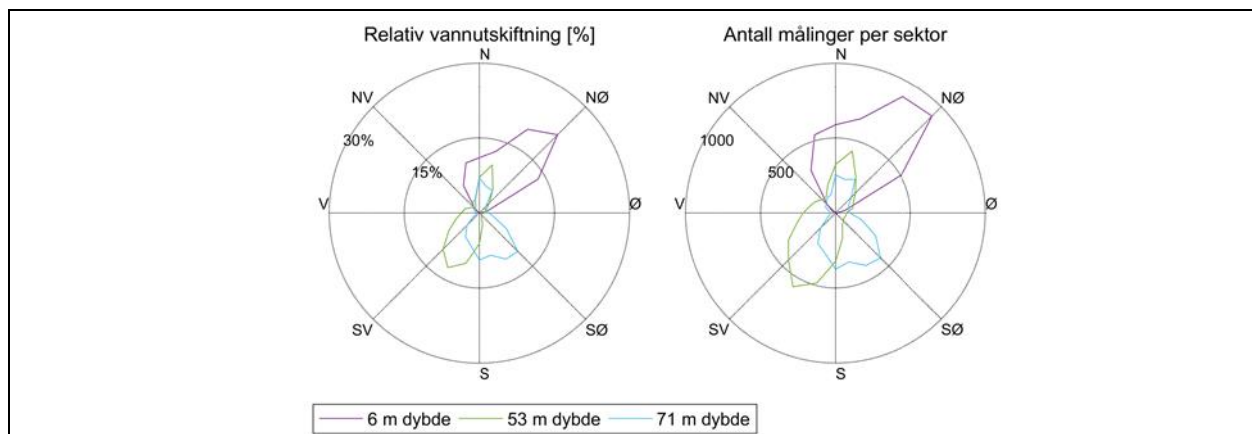
## 2 Materiale og metode

### 2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Karanes ligger nord for Ringvassøya i Dåfjorden, Karlsøy kommune i Troms. Anlegget ligger vest for Dåvøya, i Karasundet. Bunnen skråner svakt fra land gjennom anleggsplasseringen. Største dyp i området er mot midten av Karasundet, øst for lokaliteten hvor det er dybder ned mot 100 meter. Under selve rammen er bunnen skrånende, men relativt jevn med dybder fra ca. 50 meter i vestlige deler av anlegget til 80 meter i øst. (Figur 2.1.1). Strømmålinger for området viser at hovedstrømretningen i spredningsdypet går mot sørvestlig himmelretning (Figur 2.1.2).

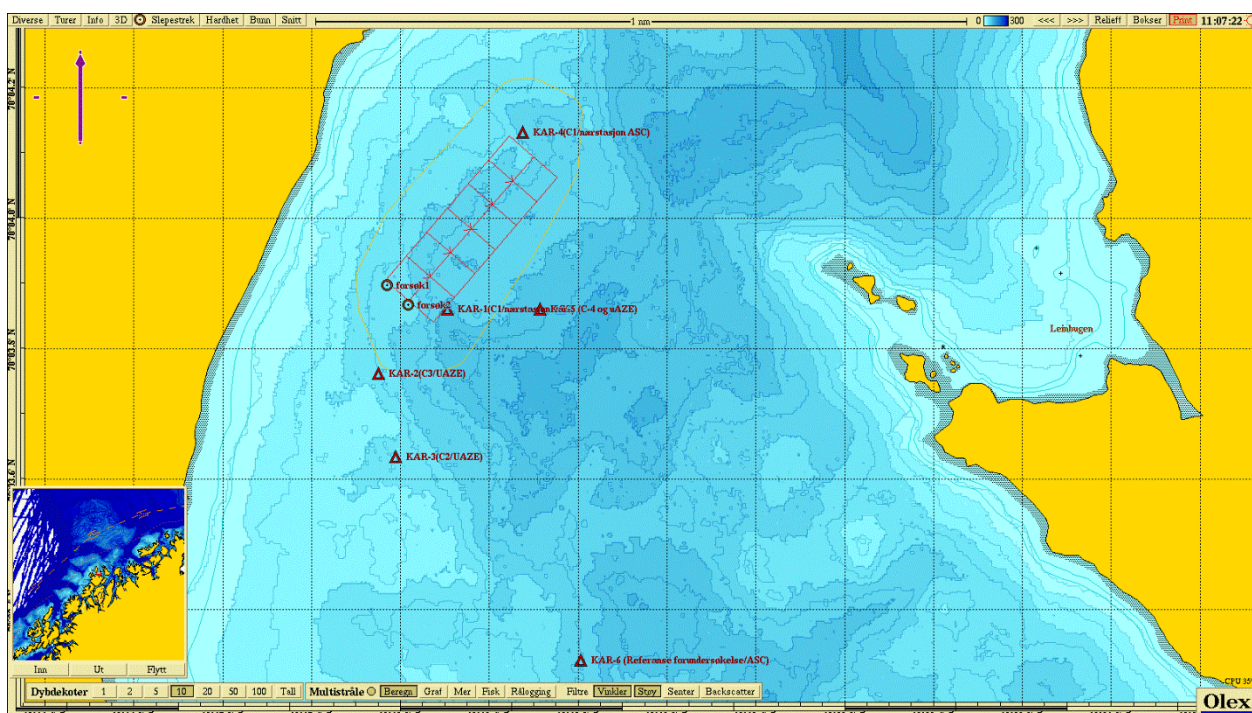


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten. Anlegget er merket med stjerne.



**Figur 2.1.2** Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til venstre angir relativ vannutskifting. Figur til høyre viser antall målinger i ulike himmelretninger og dybder (Multiconsult 2016). Målingene er utført på henholdsvis 6, 53 og 71 meters dyp.

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, bunnhardhet, strømforhold og undersøkelsens art (NS 9410, ASC). KAR-1 er plassert inn mot anleggets ramme mot dypeste del av anleggsområde/ i hovedstrømretning, mens KAR-4 er plassert inntil anleggets ramme på motsatt side av KAR-1, nord for anleggets ramme. KAR-2 er plassert ca.200 meter fra anlegget i hovedstrømretning, mens stasjon KAR-3 er plassert 430 meter fra, og stasjon KAR-5 er plassert 200 meter fra anlegget. KAR-6 er referansestasjon og ligger 1050 meter fra anlegget (Figur 2.1.3; Tabell 2.1.1). Det ble tatt to stasjoner inntil anlegget med betegnelse C1. Dette ble gjort for å tilfredstille krav i ASC-standard.



**Figur 2.1.3** Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Modellert AZE-sone markert med gul ring.

**Tabell 2.1.1** Stasjonsbeskrivelser. Stasjonene beskrives i NS9410 som Anleggssone (C1), Overgangssone/fjernsone (C2), Overgangssone (C3). I ASC beskrives stasjonene som innenfor Allowable Zone of Effect (AZE), referansestasjon (R-AZE) og utenfor AZE (U-AZE). Undersøkelsen omfattet kvantitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD).

Stasjon	Posisjon	Avstand		Parametere	Plassering	
		fra anlegg (m)	Dyp (m)		NS 9410	Plassering ASC
KAR-1	N 70°03.851 Ø 19° 18.209	0	83	FAU, KJE, GEO, PE	C1	AZE
KAR-2	N 70° 03.752 Ø 19° 17.899	200	54	FAU KJE, GEO, PE	C3	U-AZE
KAR-3	N 70° 03.624 Ø 19° 17.977	430	39	FAU KJE, GEO, PE	C2	U-AZE
KAR-4	N 70°04.122 Ø 19° 18.550	0	61	FAU KJE, GEO, PE	C1	AZE
KAR-5	N 70° 03.850 Ø 19° 18.626	200	89	FAU, KJE, GEO, PE, CTDO	C4	U-AZE
KAR-6	N 70° 03.312 Ø 19° 18.811	1050	71	FAU KJE, GEO, PE	Referansestasjon	R-AZE

## 2.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger

Det ble tatt tre hugg på hver prøvestasjon med en grabb hvorav to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge og nøytralisert med boraks (Tabell 2.2.1).

**Tabell 2.2.1.** Prøvetakingsutstyr

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m <sup>2</sup>
pH/redoks-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
Hvit plastbalje	-
Hevert	-
GPS og kart	Olex + GPS
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
Kamera	Merke
CTD	SD 204 (SAIV AS)
Annet	Linjal, prøveglass fauna, prøveglass kjemi, plastskje

For de kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (glødetap; TOM), totalt nitrogen (TN), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (Tabell 2.2.2; Vedlegg 8).



**Tabell 2.2.2** Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS og underleverandører som er benyttet. Celler merket med anførelsestegn ("), refererer til første cellen over med tekst. AK = Akreditering, KP-AS = Kystlab Prebio AS, Cu = kobber, Zn = sink, P = fosfor, CTD =, pH =, Eh =,

	Leverandør	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	Åkerblå AS	Frode Bjørklund Bjørn Erik Bye	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2013
Grovsortering	"	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	"
Artsidentifisering	"	Martin Skarsvåg	"	"
Statistiske utregninger	"	Charlotte Hallerud	"	"
Vurdering og tolkning av bunnfauna	"	Øystein Stokland	TEST 252: P32	V02:2013, SFT 97:03, NS 9410, ASC
Cu, Zn og P	KP-AS	KP-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
*Total organisk karbon (TOC)	"	*	"	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	"	"	"	DIN 18123
Nitrogen	"	"	"	Intern metode

\*Utført av underleverandør til Kystlab-PreBIO

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ved både senkning og heving av sonden. Data fra senkning av sonden ble benyttet. Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel.

Fauna er sortert og identifisert av taksonomisk avdeling internt (Åkerblå AS).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3). Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i NS 9410:2016, der stasjon C1 bedømmes på bakgrunn av arts og individantall, mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en normalisert samlet verdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener (H'), ES100, ISI og NSI (Tabell 2.2.3). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (Vedlegg 6).

Utregningen av artsmangfold (ES100) og jevnhet (J) og ble utført med programpakken PRIMER 6.1.6/7 fra Plymouth Laboratories, England. Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI, versjon 5.0 fra AZTI-Tecnalia. Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel 2013. Shannon-Wieners indeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver, 1949 og Veileder 02:2013. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling, 2013. AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (Anon 2013), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Anon, 2013 (Vedlegg 1).

**Tabell 2.2.3** Indekser og forkortelser

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener Artsmangfoldindeks
H' <sub>max</sub>	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter (= $\log_2 S$ )
ES <sub>100</sub>	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$ )
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks basert inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
$\bar{G}$	Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
$\hat{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normaliserte verdier ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Stasjonsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenes nEQR-verdi

## 2.3 Produksjon

Fisken på lokaliteten ble satt ut i mai 2015. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten 3673 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten i 2016 har vært på 5281 tonn (Tabell 2.3.1), mens utslakting av fisk har foregått i september – desember 2016 (Hårstad, pers medd.).

**Tabell 2.3.1** Fôrforbruk ved Karanes for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen.

	2016	2015	2014	2013
<b>Produksjon (tonn)</b>	5 021	1 622	6 642	1 271
<b>Fôrforbruk (tonn)</b>	5 281	1 565	7 603	1 509

### 3 Resultater fra C-undersøkelsen

#### 3.1 Bunnfyrsanalyse

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonene i overgangen mellom anleggssone/overgangssone KAR-1(C1) og KAR-4 (C1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410:2016. Øvrige stasjoner ble bedømt ut i fra veileder 02:2013 (Anon 2013).

Resultatene for stasjonene er presentert i avsnittene under, komplett artsliste finnes i vedlegg 5. Beskrivelser av indekser og forkortelser for stasjonene 2, 3, 5 og 6 er vist i tabell 2.2.3.

##### 3.1.1 KAR-1

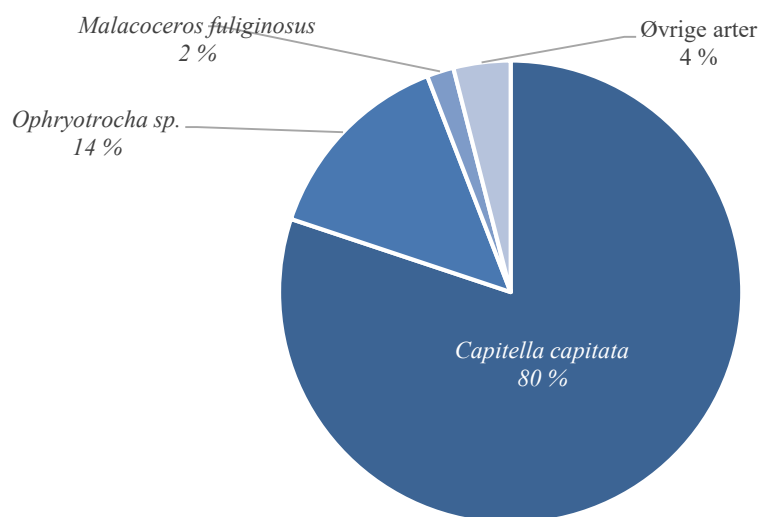
Ved KAR-1 ble det funnet 4792 individer av virvelløse taxa fordelt på 18 arter i de to grabbene. Antall individer var betydelig høyere enn det som forbindes med uberørte forhold, samtidig som antall arter var noe under det som forbindes med uberørte forhold (Normalen er 25-75 arter per grabb og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013).

Det høye individantallet var hovedsakelig forårsaket av hyppigst forekommende art ved stasjonen, den forurensingsindikerende flerbørstemarken *Capitella capitata* (NSI-gruppe 5) som utgjorde omtrent 80 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske flerbørstemarkslekten *Ophryotrocha* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 14 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsindikerende flerbørstemarken *Malacoceros fuliginosus* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 2 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.1.1 og Figur 3.1.1.1).

Majoriteten av individene ved stasjonen kom fra taxa klassifisert med NSI-gruppe 4 og 5. Sett i sammenheng med at hyppigst forekomne art stod for en betydelig andel av individantallet tyder dette på endringer i sammensetning av bunnfauna som følge av økt organisk belastning. Nest hyppigst forekomne taxa, *Ophryotrocha sp.*, er funnet å være vanlig i store antall ved organisk belastning fra oppdrettsvirksomhet (Brooks et al 2003; Dean 2008). Stasjonen ble likevel klassifisert med **miljøtilstand 2: «god»**, da ingen enkeltarter utgjorde  $\geq 90$  % av totalt individantall.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-1, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-1	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i>	5	3839	80,1
<i>Ophryotrocha sp.</i>	4	672	14,0
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	90	1,9
<i>Thyasira sarsi</i>	4	43	0,9
<i>Microphthalmus sp.</i>	i.a.	33	0,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	32	0,7
<i>Eteone flava</i>	4	24	0,5
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	23	0,5
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	16	0,3
<i>Lagis koreni</i>	4	8	0,2
Øvrige arter	-	12	0,3



**Figur 3.1.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

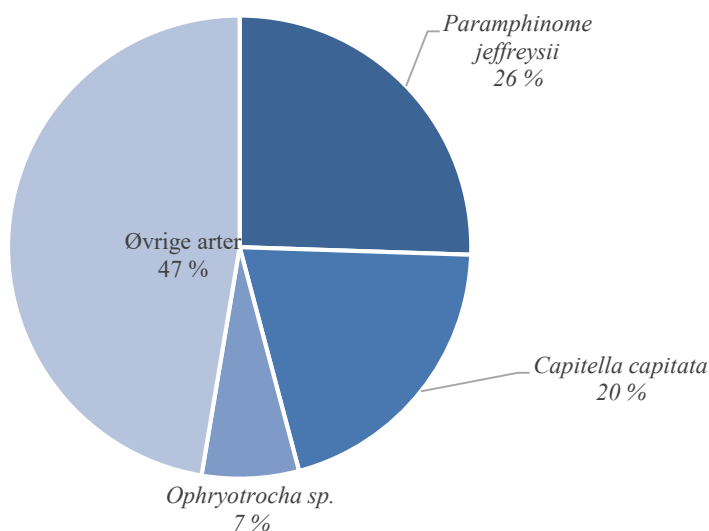
### 3.1.2 KAR-2

Ved KAR-2 ble det funnet 2143 individer av virvelløse taxa fordelt på 80 arter i de to grabbene. Antall individer var betydelig høyere enn det som forbindes med uberørte forhold, samtidig som antall arter var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 26 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsindikerende flerbørstemarken *Capitella capitata* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 20 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske flerbørstemarkslekten *Ophryotrocha* (NSI-gruppe 4) som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.2.1 og Figur 3.1.2.1).

Lett forhøyde individantall av en forurensningsindikator (*C. capitata*) og en forurensningstolerant art assosiert med organisk belastning fra oppdrettsvirksomhet (*Ophryotrocha sp.*) tyder på lett forstyrrede forhold. Til gjengjeld tyder tilstedeværelsen av flere forurensningssensitive taxa som *Ampharete sp.* og *Eumida sp.* på at området rundt KAR-2 ikke er betydelig belastet, men heller opplever en «gjødsling» som kan øke områdets bærekapasitet for arter og individer. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.2.2).

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-2, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-2	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	547	25,5
<i>Capitella capitata</i>	5	436	20,3
<i>Ophryotrocha sp.</i>	4	145	6,8
<i>Scoloplos armiger</i>	3	112	5,2
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	110	5,1
<i>Lagis koreni</i>	4	104	4,9
<i>Pholoe inornata</i>	3	101	4,7
<i>Eteone flava</i>	4	76	3,5
<i>Pholoe baltica</i>	3	72	3,4
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	59	2,8
Øvrige arter	-	381	17,8



**Figur 3.1.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.2.2** Resultater for KAR-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KAR-2	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	58	57	57,5	80		
N	1103	1040	1071,5	2143		
NQH1	0,601	0,640	0,620	0,633	0,586	0,603
H'	3,940	3,596	3,768	3,926	0,685	0,703
J	0,673	0,616	0,645	0,621		
H'max	5,858	5,833	5,845	6,322		
ES100	23,680	20,310	21,995	22,930	0,659	0,670
ISI	8,139	8,068	8,104	8,620	0,657	0,707
NSI	15,090	17,303	16,196	16,159	0,448	0,446
DI	0,993	0,967	0,980	0,980		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,616</b>		0,607	0,626

### 3.1.3 KAR-3

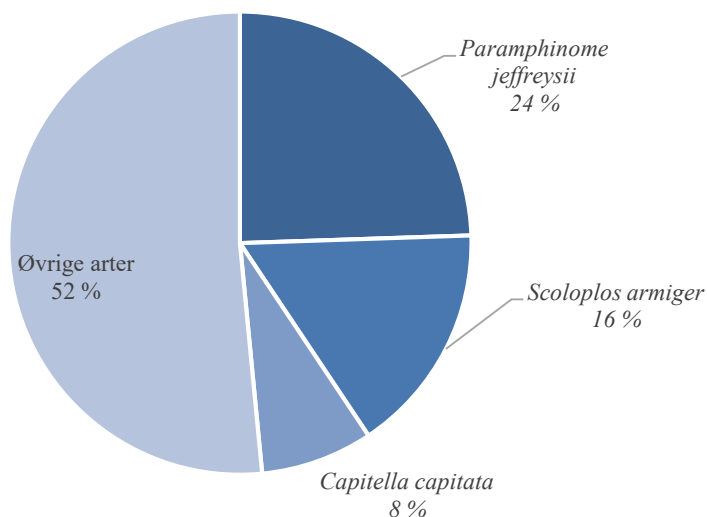
Ved KAR-3 ble det funnet 1696 individer av virvelløse taxa fordelt på 91 arter i de to grabbene. Antall individer var noe høyere enn det som forbindes med uberørte forhold, samtidig som antall arter var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 24 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 16 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsindikerende flerbørstemarken *Capitella capitata* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 8 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.3.1 og Figur 3.1.3.1).

Denne stasjonen har i likhet med foregående (KAR-3) tegn som tyder på «gjødsling» i form av lett økt organisk belastning, men ikke i høy nok grad til å ha betydelig effekt på mengde om mangfold av virvelløse taxa. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.3.2).

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-3, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-3	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	415	24,5
<i>Scoloplos armiger</i>	3	274	16,2
<i>Capitella capitata</i>	5	133	7,8
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	96	5,7
<i>Spio limicola</i>	i.a.	79	4,7
<i>Pholoe inornata</i>	3	66	3,9
<i>Pholoe baltica</i>	3	63	3,7
<i>Chaetozone setosa</i>	4	57	3,4
<i>Lagis koreni</i>	4	55	3,2
<i>Labidoplax buskii</i>	2	55	3,2
Øvrige arter	-	403	23,8





**Figur 3.1.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.3.2** Resultater for KAR-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KAR-3	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	73	65	69,0	91		
N	921	775	848,0	1696		
NQH	0,711	0,684	0,697	0,705	0,671	0,679
H'	4,220	4,170	4,195	4,274	0,733	0,742
J	0,682	0,692	0,687	0,657		
H'max	6,190	6,022	6,106	6,508		
ES100	27,400	25,730	26,565	26,950	0,713	0,717
ISI	8,590	8,587	8,588	9,108	0,704	0,753
NSI	19,547	18,768	19,157	19,193	0,566	0,568
DI	0,914	0,839	0,877	0,877		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,684</b>		0,677	0,692

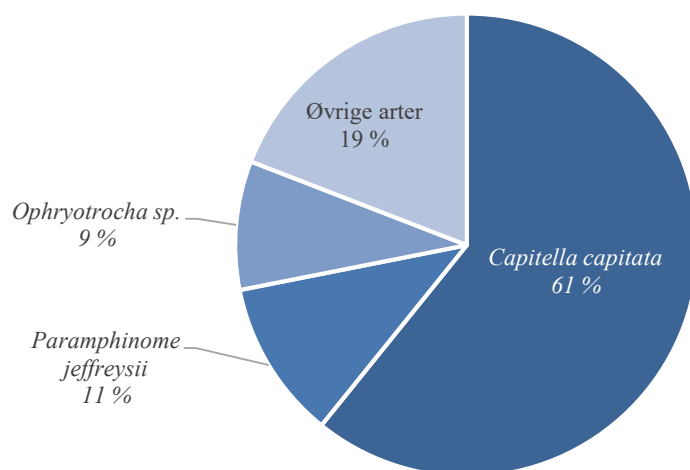
### 3.1.4 KAR-4

Ved KAR-4 ble det funnet 2291 individer av virvelløse taxa fordelt på 21 arter i de to grabbene. Antall individer var betydelig høyere enn det som forbindes med uberørte forhold, samtidig som antall arter var noe under det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsindikerende flerbørstemarken *Capitella capitata* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 61 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 11 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var den forurensningstolerante og opportunistiske flerbørstemarkslekten *Ophryotrocha* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 9 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.4.1 og Figur 3.1.4.1).

Også ved denne stasjonen var flerbørstemarkslekten *Ophryotrocha sp.* registrert, som nevnt tidligere er denne vanlig å finne assosiert med organisk belastning fra oppdrettsvirksomhet. Denne stasjonen har i likhet med KAR-2 og KAR-3 også andre tegn som tyder på «gjødsling» i form av lett økt organisk belastning, men ikke i høy nok grad til å ha betydelig effekt på mengde om mangfold av virvelløse taxa. Stasjonen ble derfor klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**, da ingen enkeltarter utgjorde  $\geq 65$  % av totalt individantall og det ble registrert flere enn 20 arter ved stasjonen. Med sine 21 arter var dog stasjonen på grensen til en miljøtilstand lavere.

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-4, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-4	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i>	5	1393	60,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	254	11,1
<i>Ophryotrocha sp.</i>	4	206	9,0
<i>Eteone flava</i>	4	130	5,7
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	75	3,3
<i>Scoloplos armiger</i>	3	65	2,8
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	46	2,0
<i>Thyasira sarsi</i>	4	45	2,0
<i>Lagis koreni</i>	4	19	0,8
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	18	0,8
Øvrige arter	-	40	1,7



**Figur 3.1.4.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-4. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

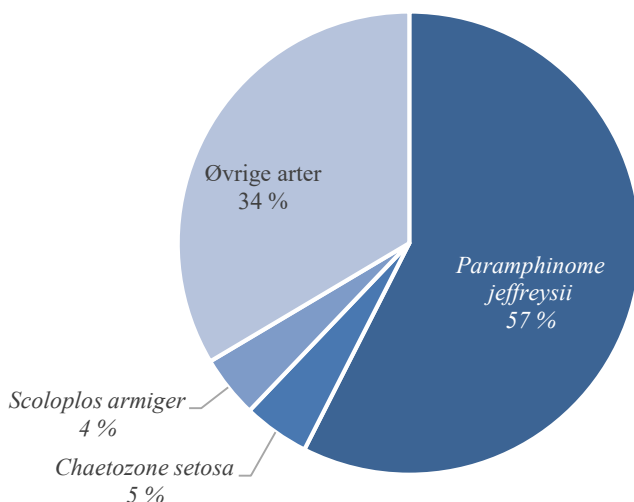
### 3.1.5 KAR-5

Ved KAR-5 ble det funnet 1703 individer av virvelløse taxa fordelt på 109 arter i de to grabbene. Både antallet individer og antallet arter var noe over det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 57 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerant og opportunistisk flerbørstemarken *Chaetozone setosa* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 5 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 4 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.5.1 og Figur 3.1.5.1).

Ved KAR-5 var ingen forurensningsindikerende arter blant de ti hyppigst forekommende artene. Til gjengjeld ble det registrert flere forurensningssensitive arter ved stasjonen, hvorav to av disse var blant de ti hyppigst forekommende. Dette tyder på tilnærmet uberørte forhold. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.5.2).

**Tabell 3.1.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-5, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensningssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-5	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	979	57,5
<i>Chaetozone setosa</i>	4	79	4,6
<i>Scoloplos armiger</i>	3	74	4,3
<i>Pholoe baltica</i>	3	71	4,2
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	56	3,3
<i>Spio limicola</i>	i.a.	47	2,8
<i>Labidoplax buskii</i>	2	44	2,6
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	21	1,2
<i>Notomastus latericeus</i>	1	15	0,9
<i>Rhodine gracilior</i>	1	15	0,9
Øvrige arter	-	302	17,7



**Figur 3.1.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-5. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.5.2** Resultater for KAR-5 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KAR-5	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	87	73	80,0	109		
N	971	732	851,5	1703		
NQH	0,739	0,717	0,728	0,738	0,703	0,714
H'	3,130	3,161	3,146	3,225	0,616	0,625
J	0,486	0,511	0,498	0,476		
H'max	6,443	6,190	6,316	6,768		
ES100	24,970	23,090	24,030	24,360	0,683	0,687
ISI	9,336	8,659	8,997	9,243	0,743	0,766
NSI	21,258	20,927	21,093	21,118	0,644	0,645
DI	0,937	0,815	0,876	0,876		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,682</b>		0,678	0,687

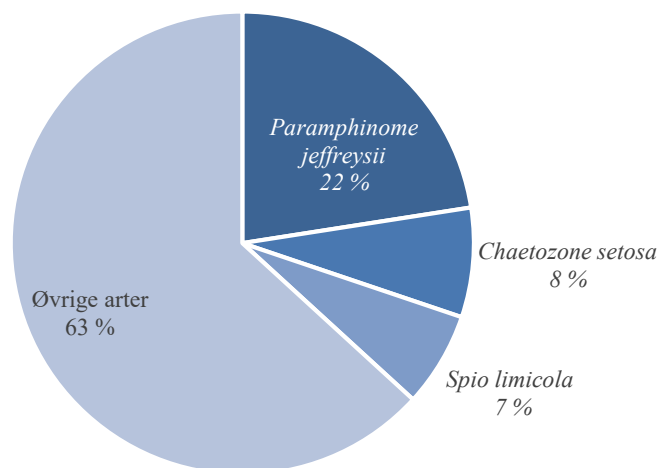
### 3.1.6 KAR-6

Ved KAR-6 ble det funnet 1269 individer av virvelløse taxa fordelt på 118 arter i de to grabbene. Både antallet individer og antallet arter var noe over det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 22 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante og opportunistiske flerbørstemarken *Chaetozone setosa* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 8 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var flerbørstemarken *Spio limicola* (NSI-gruppe ikke angitt), som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.6.1 og Figur 3.1.6.1).

Ved KAR-6 var ingen forurensningsindikerende arter blant de ti hyppigst forekommende artene. Til gjengjeld ble det registrert flere forurensningssensitive arter ved stasjonen, hvorav én av disse var blant de ti hyppigst forekommende. Dette tyder på tilnærmet uberørte forhold. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.6.2).

**Tabell 3.1.6.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KAR-6, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensningssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAR-6	NSI-gruppe	Antall	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	286	22,5
<i>Chaetozone setosa</i>	4	97	7,6
<i>Spio limicola</i>	i.a.	84	6,6
<i>Pholoe baltica</i>	3	79	6,2
<i>Scoloplos armiger</i>	3	69	5,4
<i>Labidoplax buskii</i>	2	55	4,3
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	52	4,1
<i>Nothria conchylega</i>	1	51	4,0
<i>Owenia borealis</i>	2	40	3,2
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	31	2,4
Øvrige arter	-	425	33,5



**Figur 3.1.6.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KAR-6. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.6.2** Resultater for KAR-6 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KAR-6	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	95	77	86,0	118		
N	721	548	634,5	1269		
NQH	0,786	0,748	0,767	0,777	0,744	0,755
H'	4,823	4,705	4,764	4,926	0,796	0,828
J	0,734	0,751	0,742	0,716		
H'max	6,570	6,267	6,418	6,883		
ES100	35,830	32,820	34,325	35,460	0,804	0,818
ISI	9,187	8,350	8,769	9,257	0,721	0,767
NSI	22,561	21,394	21,978	22,067	0,679	0,683
DI	0,808	0,689	0,748	0,748		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,760</b>		0,749	0,770

### 3.2 Samlet resultat nEQR

Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelse er bestemt av middelverdien for nEQR, og med tilstandsklasse II for både ytterkant av overgangssone og overgangssone kreves det gjennomført C-undersøkelse for hver tredje produksjonssyklus (Tabell 3.2.1).

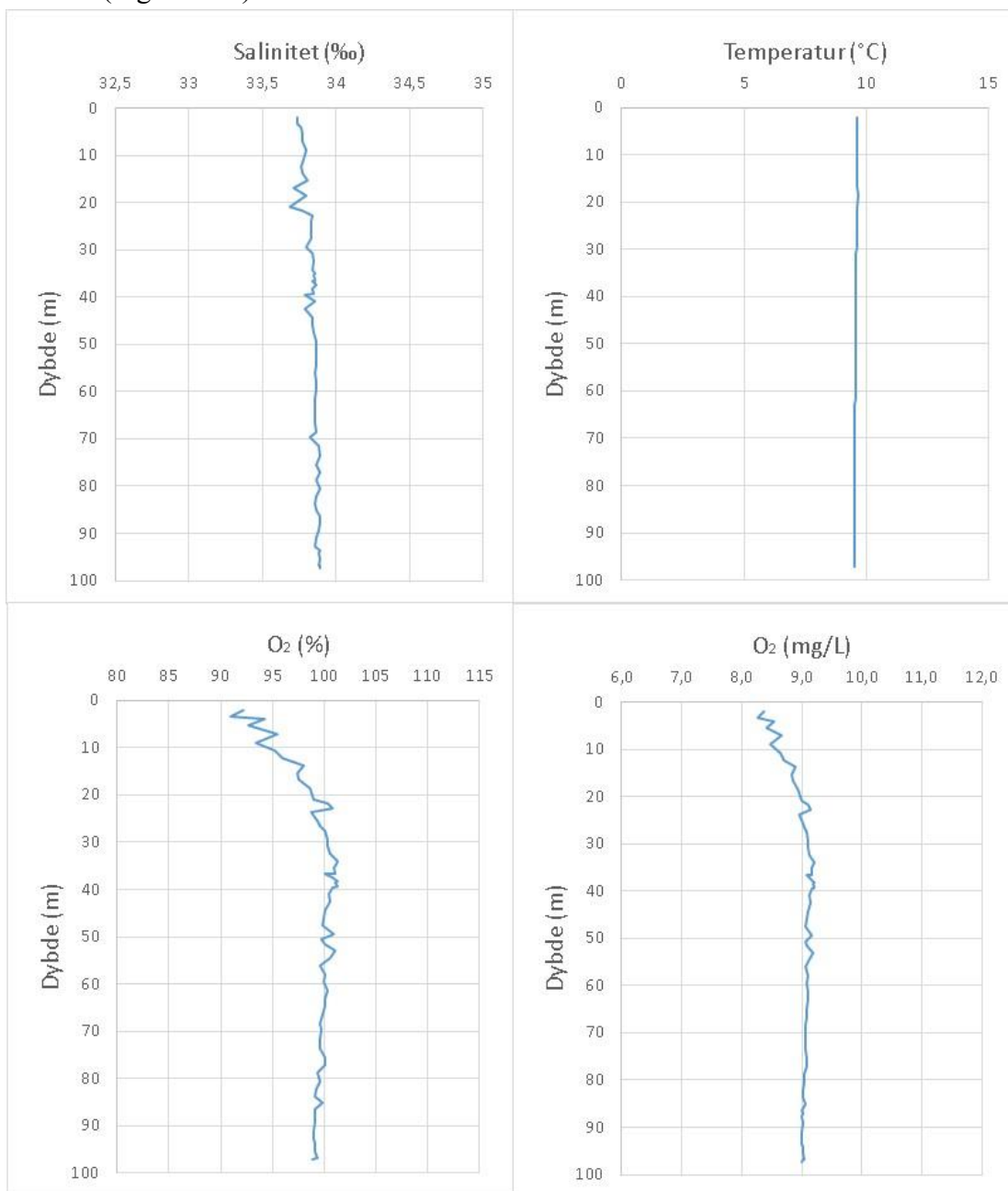
**Tabell 3.2.1** Stasjonsverdier ( $\dot{S}$ ) og middelverdi nEQR for stasjoner C2 og C3.

Stasjonsbetegnelse	Stasjon	nEQR	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangssone (C2)	KAR-3	0,684	II
Overgangssone (C3 og C4)	KAR-2	0,616	
	KAR-5	0,682	
	Middelverdi	0,649	II



### 3.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Kar-5 (Figur 3.3.1).



**Figur 3.3.1** Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen ved Kar-5.

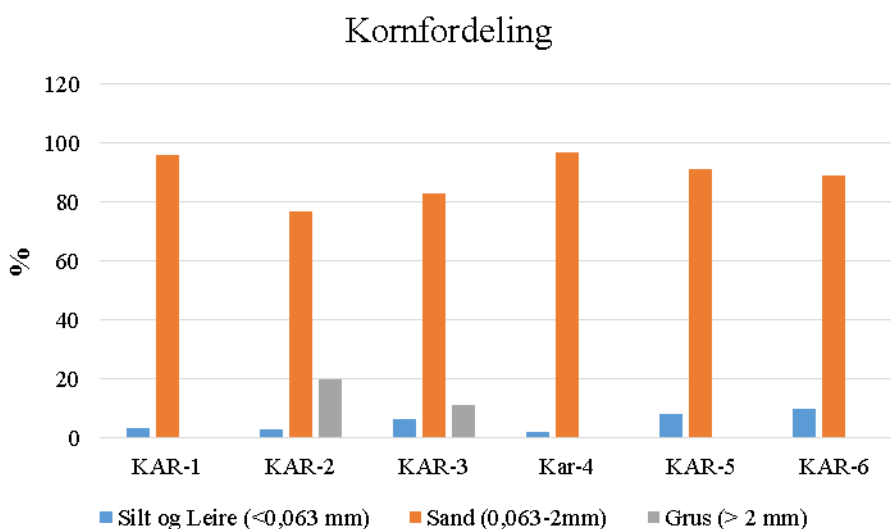
Temperaturen ved stasjon Kar-5 lå stabilt i overkant av 9 °C i hele vannsøylen, mens saliniteten var stabil på 33,7 – 33,8 ‰ i hele vannsøylen. Dette viser homogene vannmasser, uten noen

gradient i temperatur eller salinitet. Oksygeninnholdet var lavest i overflaten med 8,3 mg/l og økte noe til rundt 9 mg/l ved bunnen. Oksygenmetningen var også lavest i overflaten med 92 % metning, mens den steg til rundt 100 % ved bunnen.

Klassifisering (Veileder 02:2013) av oksygeninnholdet, målt ved Kar-5 er innenfor den beste tilstandsklassen I; «meget god».

### 3.4 Sediment – Sensoriske vurderinger, kornfordeling, pH og redokspotensiale

Ved anleggssonen hadde sedimentet lys til grå farge, bestod av hovedsakelig sand og skjellsand, samtidig ble det registrert ingen til noe lukt. Konsistens en var fast. I overgangssonen hadde sedimentet lys/grå farge og bestod av en blanding sand og skjellsand der sand var dominerende. Det ble registrert noe lukt og fast konsistens. I ytterkant av overgangssonen hadde sedimentet lys/grå farge, bestod av en blanding av sand og skjellsand, der sand var dominerende, samtidig som det ikke ble registrert noe lukt. På referansestasjonen KAR-6 som lå lengst vekk var sedimentet av lys/grå farge og bestod hovedsakelig av sand og silt. Det ble ikke registrert noe lukt. Konsistensen var myk. (Figur 3.4.1, Tabell 3.4.1 og 3.4.2).



**Figur 3.4.1** Kornfordeling. Blå stolpe representerer Silt og leire med en kornstørrelse < 0,063 mm, Oransje stolpe representerer sand med kornstørrelser fra 0,063 mm til 2 mm og Grå stolpe representerer grus med kornstørrelser > 2mm.

**Tabell 3.4.1** Sedimentbeskrivelse, volum og akkrediteringsstatus. Volum angir sedimentmengde i grabb som gjennomsnitt for alle godkjente grabber på stasjonen. Akkrediteringsstatus angir om det er tilstrekkelig mengde sediment for akkreditert prøve i forhold til sedimenttype.

Stasjon	Beskrivelse	Volum (l)	Akkreditert
KAR-1	Mest sand og skjellsand. Lys/Grå farge. Noe lukt. Fast konsistens.	9,65	Ja
KAR-2	Mest sand og skjellsand. Lys/Grå farge. Noe lukt. Fast konsistens.	7,51	Ja
KAR-3	Mest sand og skjellsand. Lys/Grå farge. Naturlig lukt. Fast konsistens.	9,65	Ja
KAR-4	Mest sand og skjellsand. Lys/Grå farge. Noe lukt. Fast konsistens.	8,57	Ja
KAR-5	Mest sand og skjellsand. Lys til grå farge. Naturlig lukt. Blanding av myk og fast konsistens.	9,65	Ja
KAR-6	Mest sand og noe silt i prøven. Lys/Grå farge og naturlig lukt. Myk konsistens.	13,01	Ja

**Tabell 3.4.2** Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm.

Stasjon	Dyp (m)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KAR-1	83	3	96	<1
KAR-2	54	3	77	20
KAR-3	39	6	83	11
KAR-4	61	2	97	<1
KAR-5	89	8	91	<1
KAR-6	71	10	89	<1

Den beregnede pH/Eh-verdien målt ved de forskjellige stasjonene scoret 0 og 1 på skalaen som samsvarer med tilstand 1/meget god.

**Tabell 3.4.3** pH og Eh verdier i sediment. Den beregnede pH/Eh verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410:2016).

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
KAR-1	7,8	82	1	1/ Meget god
KAR-2	7,9	135	0	1/ Meget god
KAR-3	7,7	108	0	1/ Meget god
KAR-4	7,9	123	0	1/ Meget god
KAR-5	7,8	84	1	1/ Meget god
KAR-6	7,7	134	0	1/ Meget god

### 3.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), Total nitrogen (TN), fosfor, sink og kobber

For stasjonen KAR-1 ble nivået av normalisert TOC klassifisert med tilstandsklassen III; «Moderat/ mindre god». Resultatet grenser til tilstandsklassen IV; «dårlig». For KAR-2 ble nivået målt til tilstandsklassen III «moderat/mindre god», men grenser akkurat til tilstandsklassen II; «god». På KAR-3 og KAR-4 ble nivået av TOC for begge stasjonene klassifisert med tilstandsklassen II; «god». KAR-5 ble klassifisert til tilstandsklassen III; «moderat/mindre god» basert på sine TOC verdier, men resultatet grenser til tilstandsklassen II; «god». For stasjonen KAR-6 ble nivået av TOC klassifisert til tilstandsklassen IV; «dårlig». Nivåene av kobber og sink ved alle stasjoner var lavt og ble klassifisert med tilstandsklassen I; «svært god». (Tabell 3.5.1).

**Tabell 3.5.1** Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et. al, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk karbon (% TS)	Norm. TOC (mg/g)	TK	Fosfor (mg/kgTS)	Sink (mg/kgTS)	TK	Kobber (mg/kgTS)	TK	Kjeldahl-Nitrogen (mgN/KgTS)
KAR-1	1,6	33,4	III	1100	29,0	I	6,5	I	2370
KAR-2	1,0	27,2	III	910	15,0	I	4,3	I	1310
KAR-3	1,0	26,9	II	660	20,0	I	7,0	I	1330
Kar-4	0,9	26,1	II	760	22,0	I	11,0	I	1700
KAR-5	1,1	27,5	III	470	18,0	I	5,7	I	2650
KAR-6	2,1	37,2	IV	500	20,0	I	6,7	I	3220

i.a = ikke analysert

## 4 Oppsummering og vurdering av miljøtilstand

### 4.1 Prøvestasjoner

#### **Stasjoner (KAR-1, KAR-4) i anleggssone/overgangssone (C1):**

Ved **KAR-1** ble det funnet 4792 individer fordelt på 18 arter. Stasjonen ble klassifisert med **miljøtilstand 2; «god»**, ettersom ingen enkeltarter utgjorde  $\geq 90$  % av totalt individantall. Hyppigst forekommende art var forurensningsindikerende (*C. capitata*, 80%), noe som sammen med lav forekomst av forurensningssensitive arter tyder på at forholdene ved stasjonen var noe utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold.

Ved **KAR-4** ble det funnet 2291 individer fordelt på 21 arter. Stasjonen ble klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**, ettersom ingen enkeltarter utgjorde  $\geq 65$  % av totalt individantall og det ble registrert flere enn 20 arter ved stasjonen. Med sine 21 arter var dog stasjonen på grensen til en miljøtilstand lavere. Hyppigst forekommende art var forurensningsindikerende (*C. capitata*, 61%), noe som sammen med lav forekomst av forurensningssensitive arter tyder på at forholdene ved stasjonen var noe utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold.

Det var ingen tegn til sverting, men noe lukt ved både KAR-1 og KAR-4. TOC-verdiene på KAR-1 har en litt forhøyet verdi og er klassifisert til tilstandsklassen III; «moderat/mindre god», mens KAR-4 viste verdier som er forenlig med naturlig, upåvirket tilstand. Øvrige parametere viste naturlige forhold på stasjonene.

#### **Stasjon (KAR-3) i ytterkant av overgangssone (C2):**

Ved **KAR-3** ble det funnet 1696 individer fordelt på 91 arter. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8. Hyppigst forekommende art var forurensningstolerant (*P. jeffreysii*, 24%). Lett forhøyde tall av mengde og mangfold av virvelløse taxa tyder på at forholdene ved stasjonen var like utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold. Sensoriske observasjoner samt kjemiprøver på stasjonen indikerer uberørte forhold.

#### **Stasjoner (KAR-2 og KAR-5) i overgangssone (C3 og C4):**

Ved **KAR-2** ble det funnet 2143 individer fordelt på 80 arter. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8. Hyppigst forekommende art var forurensningstolerant (*P. jeffreysii*, 26%). Lett forhøyde tall av mengde og mangfold av virvelløse taxa tyder på at forholdene ved stasjonen var like utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold.

Ved **KAR-5** ble det funnet 1703 individer av fordelt på 109 arter. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8. Hyppigst forekommende art var forurensningstolerant (*P. jeffreysii*, 57%). Lett forhøyde tall av mengde og

mangfold av virvelløse taxa tyder på at forholdene ved stasjonen var like utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold.

Det ble funnet noe forhøyede verdier av TOC ved stasjonene KAR-2 og KAR-5 med tilstandsklasse III på begge. På KAR-2 ble det registrert noe lukt, men ellers viste de sensoriske observasjonene rene forhold.

#### **Referansestasjon (KAR-6):**

Ved **KAR-6** ble det funnet 1269 individer av fordelt på 118 arter. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8. Hyppigst forekommende art var forurensningstolerant (*P. jeffreysii*, 22%). Lett forhøyede tall av mengde og mangfold av virvelløse taxa tyder på at forholdene ved stasjonen var like utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold.

I denne undersøkelsen hadde KAR-6 de beste forholdene, med høyest stasjonsverdi på 0,760. Stasjonene er å anse som en referansestasjon da den ligger mer enn 1 km unna anlegget. Innholdet av normalisert TOC i prøven var høyt og ble klassifisert med IV; «dårlig». Dette tyder på naturlig høyt innhold av normalisert TOC i området hvor prøvene er tatt. Høyt innhold av nTOC på stasjonen tatt lengst unna anlegget viser at det ikke nødvendigvis er påvirkning fra anlegget som gjør at flere av de øvrige stasjonene ble klassifisert med tilstandsklasser som var forhøyet i forhold til det som defineres som naturlige forhold. Høye verdier for nTOC ved uberørte forhold er påvist i tilstøtende områder tidligere, blant annet på Langås (Bye, 2015).



## 4.2 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer

Totalt viser denne undersøkelsen noe påvirkning på stasjonene som ble tatt inntil anleggets ramme. Påvirkningen vises ved et lavere artsantall enn ved naturlige forhold, samt ved høy forekomst av forurensningsindikerende eller –tolerante arter. Stasjonene i overgangssonen og utenfor denne fikk alle tilstandsklasse II; «god» for fauna, og kan beskrives som noe utenfor det som normalt forbindes med uberørte forhold. På samtlige stasjoner i undersøkelsen var verdiene for nTOC forhøyet i forhold til det som normalt beskrives som uberørte forhold, og høyest verdi hadde referansestasjonen som ble tatt lengst unna anlegget. Dette tyder på naturlig høye forekomster av nTOC, noe som er påvist også i andre undersøkelser i tilstøtende områder. Naturlig høye forekomster av nTOC kan muligens forskyve balansen i bunnfaunaen slik at tilstandsklasse II kan være den naturlige for området. Overgangssonen og de prøvetatte områdene utenfor denne viser dermed liten påvirkning fra driften av anlegget.

## 4.3 Undersøkelsesfrekvens

Både tilstandsklasse for stasjonen i ytterkant av overgangssonen (C2), **KAR-3** og samlet tilstandsklasse for stasjonene i overgangssonen (C3 og C4), **KAR-2 og KAR-5**, var «god». Krav til gjennomføring av ny C-undersøkelse iht. NS9410:2016 er derfor at det minimum gjennomføres ved hver tredje produksjonssyklus (Tabell 1.1 og 3.2.1)

## 5 ASC-Undersøkelse

### 5.1 Innledning

ASC-undersøkelsen på lokaliteten Karanes er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetaking er gjennomført iht. ASC Salmon Standard, version 1.0, June 2012, med stasjonsplassering tilpasset AZE-modellering og C-undersøkelse iht. NS 9410:2016.

ASC Salmon Standard angir undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale og kobbernivå (Cu) i sedimentene både utenfor og innenfor en tillat sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* - AZE) (Tabell 5.1.1). AZE er modellert av Multiconsult (Borge, 2016).

Tabell 5.1.1 Grensekrav til redokspotensialet og faunaindeksler utenfor AZE, samt forekomst av makrofauna innenfor AZE. Hentet fra ASC Salmon Standard.

INDICATOR	REQUIREMENT
2.1.1 Redox potential or <sup>2</sup> sulphide levels in sediment outside of the Allowable Zone of Effect (AZE), <sup>4</sup> following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	Redox potential > 0 millivolts (mV) OR Sulphide ≤ 1,500 microMoles / l
2.1.2 Faunal index score indicating good <sup>5</sup> to high ecological quality in sediment outside the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	AZTI Marine Biotic Index (AMBI <sup>6</sup> ) score ≤ 3.3, or Shannon-Wiener Index score > 3, or Benthic Quality Index (BQI) score ≥ 15, or Infaunal Trophic Index (ITI) score ≥ 25
2.1.3 Number of macrofaunal taxa in the sediment within the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	≥ 2 highly abundant <sup>7</sup> taxa that are not pollution indicator species

## 5.2 Materiale og metode

Metode og gjennomføring av ASC-undersøkelsen er tilsvarende som for foreliggende C-undersøkelse. Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er utført iht. ASC Salmon Standard V.1.0 (kriteria 2.1 og appendiks I- 1), samt kriteria i ASC Salmon Training Manual V.1.0 (kriteria 2.1). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av modellert AZE-soner (Borge, 2016).

Stasjon KAR-1 og KAR-4 ble lagt innenfor AZE, og regnes som nærstasjoner med stasjon KAR-1 i hovedstrømretning og stasjon KAR-4 på motsatt side av anlegget. Stasjon KAR-2, KAR-3 ble plassert i hovedstrømretning fra anlegget utenfor AZE. Stasjon KAR-5 ble plassert utenfor AZE, på tvers av hovedstrømretning, mens KAR-6 ble plassert som referansestasjon ca. 1050 meter unna anleggets ramme (Figur 2.1.3, tabell 2.1.1).

## 5.3 Resultater

Resultatene for ASC-undersøkelsen viste akseptable verdier for bunnfauna ved alle de seks stasjonene i undersøkelsen (Tabell 5.3.1).

**Tabell 5.3.1** Resultat for redokspotensialet, faunaindeks, antall makrofauna taxa og kobber på lokaliteten Karanes. Verdiene er angitt som gjennomsnitt for to grabber/prøver dersom ikke annet er anmerket. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel. Kobber er klassifisert etter SFT-veileder (Molvær et al, 1997) (vedlegg 2), tilstandsklassene I og II gis tilstand A, øvrige gis tilstand IA.

Stasjon	Redoks Potensiale		Faunaindeks Shannon-Wiener H'		Ant. makrofauna taxa, ikke forurensingsindikeren de antall $\geq$ ref. stasjon eller $\geq$ 100 ind/m <sup>2</sup>		Kobber (Cu) Mg/kg tørrstoff (Ts)	
	Måleverdi Millivolt (mV)	Tilst. klasse	Verdi	Tilst. klasse	Antall	Tilstandsklasse	Verdi	Tilstandsklasse iht. SFT-veileder
KAR-1					5	A		
KAR-2	135	A	3,926	A			4,3	Bakgrunn
KAR-3	108	A	4,274	A			7,0	Bakgrunn
KAR-4					5	A		
KAR-5	84	A	3,225	A			5,7	Bakgrunn
KAR-6	134	A	4,764	A			6,7	Bakgrunn

i.a= Ikke analysert

## 5.4 Diskusjon

For å klassifisere stasjonene innenfor AZE (KAR-1 og KAR-4) som «gode» ut i fra ASC Salmon Standard må de oppfylle kriteriene om «høy forekomst» av  $\geq 2$  ikke-forurensingsindikerende arter. Standarden definerer «høy forekomst» med høyere eller lik forekomst av 100 individer per  $m^2$  eller likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per  $m^2$ . Det tolkes i denne rapporten som at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av  $\geq 2$  ikke-forurensingsindikator arter skal sørge for at forholdene ved stasjonene er under en grad av forurensing som også støtter for arter som er naturlig forekommende.

Ved denne undersøkelsen ble det ved referansestasjonen registrert 11 taxa som forekom med mer enn 100 individer per  $m^2$ , og dette faller innenfor definisjonen av en referansestasjon med naturlig høy forekomst av individer. På bakgrunn av dette ble ikke taxa som ved KAR-1 og KAR-4 forekom med høyere individtall enn ved referansestasjonen tatt med i beregningen, ettersom kriteriet om en referansestasjon med naturlig lave individtall ikke er oppfylt.

Ved både KAR-1 og KAR-4 ble det dog registrert 5 taxa med forekomst av mer enn 100 individer per  $m^2$ , og begge disse stasjonene oppfyller dermed kravet for bunnfauna innenfor AZE angitt av ASC Salmon Standard.

For stasjonene som er lokalisert utenfor AZE er kravet fra ASC Salmon Standard at artsmangfoldet blir beskrevet med Shannon Wieners indeks med  $\geq 3,0$ . Alle registreringene ved KAR-2, KAR-3, KAR-5 og KAR-6 ble beskrevet med  $H'$ -indekser over 3,0, og oppfyller dermed kravet for bunndyr utenfor AZE.

Verdiene for Eh (redoks) viste akseptabel tilstand for alle stasjoner utenfor AZE. Verdiene for kobber (Cu) lå på bakgrunnsnivå på alle stasjoner. Kravet til akseptabel tilstand for kobber var dermed oppfylt.

## 6 Referanser

- ASC. (2012). ASC Salmon Standard version 1.0, june 2012. Aquaculture Stewardship Council.
- Anon, 2013 (Veileder 02:2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borge J. (2016). Modelling av AZE-sone Karanes. Plot mottatt på mail.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Brooks KM, Stierns, AR, Mahnken, CVW, Blackburn DB (2003) Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture 219(1-4):355-377*
- Bye BE. (2015). C-undersøkelse for Langås. Med ASC-undersøkelse. – *Havbrukstjenesten rapport MCR-M-4515-Langås-0315*.
- Dean HK (2008) The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Rev Biol Trop (Int J Trop Biol) 56(4):11-38*
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Multiconsult (2016) ASC / MOM-C modellering – Karanes, Karlsøy kommune
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrestoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- Norsk Standard (NS 9410:2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.

Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.

Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.

Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

## 7 Vedlegg

### Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser

#### V.1.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet ( $J$ , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor  $p_i = N_i/N$ ,  $N_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien 1.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $S$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

### V.1.2 Sensitivitet og tetthet

Sesitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdien for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  er verdien for arten  $i$ ,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer med innenfor økologisk gruppe  $i$ ,  $AMBI_i$  er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe I- V, respektivt) og  $N_{AMBI}$  er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013)

$$DI = \text{abs}[\log_{10}(N_{0,1 \text{ m}^2}) - 2,05]$$

hvor  $\text{abs}$  står for absoluttverdi,  $N_{0,1 \text{ m}^2}$  står for antall individer pr.  $0,1 \text{ m}^2$ .



AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

### V.1.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[ 0,5 \cdot \left( \frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \cdot \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

### V.1.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekset til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

## Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V2.1-V2.3) angir hvilke tilstandsklasser (angitt i veileder 01:2009 og 02:2013) de ulike parameterne hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410:2016 ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til veileder 02:2013 ved stasjoner utenfor anleggssonen. Referanseverdier fra NS940 er oppgitt i Tabell V2.4.

Tabell V2.1. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013.

Indeks	Økologisk tilstandsklasse				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQH1	0.82- 0.90	0.63 - 0.82	0.49 - 0.63	0.31 - 0.49	0 - 0.31
H'	4.8 - 5.7	3.0 - 4.8	1.9 - 3.0	0.9 - 1.9	0 - 0.9
ES <sub>100</sub>	34 - 50	17 - 34	10 - 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9.6 - 13	7.5 - 9.6	6.2 - 7.5	4.5 - 6.1	0 - 4.5
NSI	25 - 31	20 - 25	15 - 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05

Tabell V2.2. nEQR-basisverdi for hver tilstandsklasse

	nEQR basisverdi	Tilstandsklasse
<b>Klasse I</b>	0,8	Svært god
<b>Klasse II</b>	0,6	God
<b>Klasse II</b>	0,4	Moderat
<b>Klasse IV</b>	0,2	Dårlig
<b>Klasse V</b>	0	Svært dårlig

Tabell V2.3. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktorat-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O <sub>2</sub> / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> /l er 1,42

\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

**Tabell V2.4. Vurdering** av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2016.

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (Meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (God)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (Dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (Meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

#### V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

**Gruppe I** – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

**Gruppe II** – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

**Gruppe III** – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

**Gruppe IV** – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

**Gruppe V** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

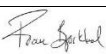
### V3.2 Språkbruk: Endringer


Etter en re-tolkning av Borja et al. 2000 velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V3.1. Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
I	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
II	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
III	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
IV	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
V	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

## Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere)

<b>Kunde</b>	Lerøy Aurora				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Karanes/16046							
<b>Dato</b>	12.10.2016				<b>Toktleder</b>	FB							
<b>Prøvetaking</b>	START: 1400 SLUTT:1730				<b>Alt Personell</b>	BEB							
<b>Vær</b>	Overskyet lett regn, 4-5 m/s V				<b>Sjøtemperatur</b>								
<b>Utstyr ID / Kalibrering</b>	Grab; T-1 Sil; T-1 Eh; T-1 pH: T-1				<b>pH- kalibrering: 7,0</b>	<b>Sjø; Eh:180 pH:8,01</b>							
<b>Stasjon nr/navn</b>	KAR-1				KAR-2				KAR-3				
<b>Posisjon N / Ø</b>	70.03.851/19.18.209				70.03.752/19.17.899				70.03.624/19.17.977				
<b>Dybde (meter)</b>	83				54				39				
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	3	1	1		1	1	1		1	1	1		
<b>Akkreditert hugg (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
<b>Volum (cm)</b>	8	6	6		10	5	10		5	7	6		
<b>Antall flasker</b>	1	1	2		2	2	2		2	2	2		
<b>pH</b>	7,8				7,9				7,7				
<b>Eh (mV)</b>	82				135				108				
<b>Sediment</b>	Skjellsand	2	2	2		2	2	2		2	2	2	
	Sand	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
	Mudder												
	Silt												
	Leire												
	Steinbunn												
<b>Farge</b>	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
<b>Lukt</b>	Ingen (0)									0	0	0	
	Noe (2)	2	2	2		2	2	2					
	Sterk (4)												
<b>Kons</b>	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
<b>Merknader / avvik:</b>													
<b>*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna</b>					Signatur: 								

<b>Kunde</b>	Lerøy Aurora				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Karanes/16046							
<b>Dato</b>	12.10.2016				<b>Toktleder</b>	FB							
<b>Prøvetaking</b>	START: 1400 SLUTT:1730				<b>Alt Personell</b>	BEB							
<b>Vær</b>	Overskyet lett regn, 4-5 m/s V				<b>Sjøtemperatur</b>								
<b>Utsyr ID/ Kalibrering</b>	Grab; T-1 Sil; T-1 Eh; T-1 pH: T-1 pH-kalibrering: 7,0 Sjø; Eh:180 pH:8,01												
<b>Stasjon nr/navn</b>	KAR-4				KAR-5				KAR-6				
<b>Posisjon N / Ø</b>	70.04.122/19.18.550				70.03.850/19.18.626				70.03.312/19.18.811				
<b>Dybde (meter)</b>	61				89				71				
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	1	1	1		1	1	1		1	1	1		
<b>Akkreditert hugg (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
<b>Volum (cm)</b>	7	7	8		6	7	7		5	3	3		
<b>Antall flasker</b>	2	1	2		1	1	2		1	1	2		
<b>pH</b>	7,9				7,8				7,7				
<b>Eh (mV)</b>	123				84				134				
<b>Sediment</b>	Skjellsand	2	2	2									
	Sand	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
	Mudder												
	Silt									2	2	2	
	Leire												
	Steinbunn												
<b>Farge</b>	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
<b>Lukt</b>	Ingen (0)	0				0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)		2	2									
	Sterk (4)												
<b>Kons</b>	Fast (0)	0	0	0		0		0					
	Myk (2)						2			2	2	2	
	Løs (4)												
<b>Merknader / avvik:</b>													
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					CTD ca.1645				 Signatur:				

## Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna

Artsliste for all fauna funnet ved lokalitet Karanes er organisert i Tabell V 5.1.

**Tabell V5.1.** Artsliste for bunnfauna registrert Karanes. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013). Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	N SI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	St6 gr1	St6 gr2
<i>Ampharete borealis</i>	3						1			1	2	1	2
<i>Ampharete finmarchica</i>	2									3	1	2	
<i>Ampharete octocirrata</i>	1					2							
<i>Ampharete sp.</i>	1			9	3	4	3			7	3	6	1
Ampharetidae	1			6	2		1					2	2
<i>Amphicteis gunneri</i>	3										1		1
<i>Amphictene auricoma</i>	2			6	1		2			1		3	5
<i>Amythasides macroglossus</i>	1									2			
<i>Anobothrus gracilis</i>	2											3	2
<i>Capitella capitata</i>	5	2403	1436	298	138	50	83	725	668	4	1		
<i>Chaetozone setosa</i>	4		1	7	13	26	31	1	1	33	46	47	50
<i>Chirimia biceps</i>	2					1	2					1	
Cirratulidae	4					1							
<i>Cirratulus cirratus</i>	4			12	5	4	4	4	2	3	1	2	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2						2			7	5	11	12
<i>Dipolydora caulleryi</i>	5			15	6	1		1					
<i>Dipolydora socialis</i>	3			5	2	2	12			1	3	7	10
<i>Ditrupa arietina</i>										1			
<i>Eteone flava</i>	4	4	20	17	59	4	4	71	59		2	1	1
<i>Eteone longa</i>	4				1								
<i>Euchone rubrocincta</i>										2			
<i>Euchone sp.</i>	2					1				3	1		4
Euclymeninae	1									1			1
<i>Eumida sp.</i>	1			4	1					2	1	6	1
<i>Eunice pennata</i>	1			1									
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	1					1				1		4	
Flabelligeridae	2										1		
<i>Galathowenia fragilis</i>	1									1	1	1	
<i>Galathowenia oculata</i>	3			1			1			1	1	4	3
<i>Glycera alba</i>	2					1	1			2	5	1	1
<i>Glycera lapidum</i>	1			6	1	1			1	1			1
<i>Glycera sp.</i>	2												1
<i>Goniada maculata</i>	2				1	2	2			4	1	4	



TAXA	N SI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	St6 gr1	St6 gr2
Hesionidae	2			1								1	
<i>Hydroides norvegicus</i>	1											2	
<i>Hypereteone foliosa</i>				1			1						
<i>Jasmineira caudata</i>	2			1									
<i>Jasmineira sp.</i>	2			8	3	7	6			8	3	1	1
<i>Psamthe fusca</i>	2				1						1		
<i>Lagis koreni</i>	4	4	4	51	53	24	31	5	14	7	6	9	10
<i>Laonice conchilega</i>										1			
<i>Laonice cirrata</i>	1											1	
<i>Laonice sarsi</i>	1											1	
<i>Laonice sp.</i>	1					2				2	1		
Lumbrineridae	2					3					1	1	
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	1			1		1							
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	60	30					25	21				
<i>Maldane sarsi</i>	4									1		3	1
Maldanidae	2					2							1
<i>Mediomastus fragilis</i>	4		16	36	23	56	40	7	11	7		2	13
<i>Melinna elisabethae</i>	2			2						3		1	1
<i>Microphthalmus sp.</i>		24	9	4				8					
<i>Nephtys hombergii</i>	2										1		
<i>Nephtys paradoxa</i>	2											1	1
<i>Nephtys sp.</i>	2			5						1			1
<i>Nereimyra punctata</i>	4			3		2						1	
<i>Nicomache lumbricalis</i>	2						1			1	1		
<i>Nothria conchylega</i>	1				1					3		36	15
<i>Notomastus latericeus</i>	1									10	5	5	6
<i>Ophelina acuminata</i>	2				1								
<i>Ophelina sp.</i>	3											1	
<i>Ophryotrocha sp.</i>	4	334	338	118	27	6		125	81	2			
<i>Owenia borealis</i>	2			3	1	3	1			1	1	32	8
<i>Oxydromus flexuosus</i>	3					2	2			5	2	2	
<i>Paradoneis lyra</i>	2											1	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	7	25	177	370	237	178	198	56	576	403	182	104
<i>Parexogone hebes</i>	1									2	1		
<i>Pherusa falcata</i>				1		1	1			1		1	
<i>Pholoe baltica</i>	3		1	32	40	46	17	6	7	51	20	35	44
<i>Pholoe inornata</i>	3			56	45	40	26			6	3	10	3
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3			2	2	3	3					3	1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	8	15	45	65	16	10	23	52	8	5	5	1
Phyllodocidae	2										1		

TAXA	N SI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	St6 gr1	St6 gr2
<i>Poecilochaetus serpens</i>						3	3			1		1	2
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4										3	8	2
<i>Polycirrus sp.</i>	1										4	2	3
<i>Polydora sp.</i>	4			45	12	1	1				1	1	10
Polynoidae	2			5	3	6	1			1	2	4	
<i>Potamilla neglecta</i>												1	
<i>Praxillella praetermissa</i>	2			2			1						
<i>Prionospio cirrifera</i>	3									6	3	3	2
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4			1									
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4			2	2	3	4			12	9	10	21
<i>Rhodine gracilior</i>	1			2	1	14	24			8	7	8	3
<i>Sabella pavonina</i>											2		2
Sabellidae	2			1	1					1	4	3	2
<i>Samytha sexcirrata</i>	1									2			
<i>Scalibregma inflatum</i>	3						1				1		
<i>Scolelepis sp.</i>	1									1			
<i>Scoloplos armiger</i>	3			40	72	155	119	23	42	33	41	33	36
<i>Spio limicola</i>				2	10	34	45	1	2	14	33	36	48
Spionidae	3			1	2	4	2					2	1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3									3	3	2	
<i>Streblosoma bairdi</i>	2									4			
<i>Streblosoma intestinale</i>	1												2
Syllidae	2					4				1			
<i>Syllis cornuta</i>	3			17	2	9	6	2		9	1	15	1
Terebellidae	1							2			1	4	4
<i>Terebellides cf. stroemii</i>	2									1		9	3
<i>Thelepus cincinnatus</i>	1											1	1
<i>Trichobranchus roseus</i>	1									3	1	7	4
Bivalvia	1										1		1
<i>Abra nitida</i>	3												3
<i>Abra prismatica</i>	1				1					1		1	
<i>Acanthocardia echinata</i>	2									1			
<i>Astarte montagui</i>	1			4									
<i>Astarte sulcata</i>	1												1
<i>Batharca pectunculoides</i>	1					1							
<i>Chamelea striatula</i>	1				3								
<i>Crenella decussata</i>	1				1	6	1						
<i>Dosinia lupinus</i>	3				2								
<i>Ennucula tenuis</i>	2					1				1	1	2	

TAXA	N SI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	St6 gr1	St6 gr2
<i>Fabulina fabula</i>			1		2								
<i>Gari fervensis</i>					1								
<i>Lucinoma borealis</i>	1		1										
<i>Macoma calcarea</i>	4		1		3				1	1			
<i>Montacuta substriata</i>	1					3				1	1		
<i>Nuculana pernula</i>	2					1	1				1	3	
<i>Parvicardium minimum</i>	1												3
<i>Similipecten similis</i>	1						1						
<i>Thyasira flexuosa</i>	3				27	27	20	1	1	24	32	19	33
<i>Thyasira sarsi</i>	4	11	32	3				23	22		3		
<i>Thyasira sp.</i>	3			10									
<i>Yoldiella lucida</i>	2											1	
<i>Dendronotus frondosus</i>		1	1										
Eulimidae												1	
<i>Euspira montagui</i>	2	1		2	8	2	5					1	1
<i>Lepeta caeca</i>						11	1			1		4	
<i>Nudibranchia</i>	3			1			1						
<i>Philine sp.</i>	2			13	4	3				4		1	2
<i>Prosobranchia</i>	1	4			1		1			1			
<i>Retusa umbilicata</i>	4					2	1						
<i>Leptochiton arcticus</i>						2					1	2	
<i>Leptochiton asellus</i>	1					5							
Scaphopoda	2												1
<i>Antalis entalis</i>	1						1						
<i>Antalis occidentalis</i>	1			1						1	3	2	
Caudofoveata	2					7	3			2	1	6	10
Amphipoda	2											1	1
<i>Acidostoma obesum</i>	1						1			2			
<i>Ampelisca sp.</i>	1												1
<i>Anonyx debruyni</i>													1
<i>Cheirocratus sp.</i>	1						1					2	
<i>Dyopedos porrectus</i>					1	3	2						1
<i>Harpinia sp.</i>	3					1	2				1	3	
Oedicerotidae					1	1							
<i>Perioculodes longimanus</i>	2							1					
Photidae											2		
<i>Photis reinhardi</i>												1	1
<i>Phtisica marina</i>	2									2	3		1
<i>Unciola planipes</i>												1	
<i>Westwoodilla caecula</i>	1					1	1			1			
Cumacea	1											1	
Ostracoda	2			1								1	
<i>Vargula norvegica</i>	1									4	1		5

TAXA	N SI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	St6 gr1	St6 gr2
Pycnogonida	1												1
Ophiuroidea	2				1							1	
<i>Amphipholis squamata</i>	1					1						1	
<i>Amphiura filiformis</i>	3					1	2			1	2	6	6
<i>Ophiocten affinis</i>	3											1	
<i>Ophiura sp.</i>	2				1	3						1	
Irregularia	1					1				1			
<i>Echinocardium cordatum</i>	2					1							
<i>Echinocardium flavescens</i>	1									3	1		1
<i>Echinocardium sp.</i>	3			1									
<i>Spatangus sp.</i>											1		
<i>Strongylocentrotus pallidus</i>						1							
<i>Labidoplax buskii</i>	2			5	5	26	29			25	19	45	10
<i>Leptosynapta sp.</i>	2										1	1	
<i>Psolus squamatus</i>					1	1				1		5	1
Ascidacea	1			1									
<i>Cerianthus lloydii</i>	3					3	2			1	1		
Edwardsiidae	2				1	2	4			3		1	
Nemertea	3			2	1	1	5			2	3	1	
<i>Phoronis muelleri</i>	2									1		1	
<i>Priapulid caudatus</i>	3			1			1			1	2	1	1
Sipuncula	2						2					4	
<i>Phascolion strombus strombus</i>	2			4	2	16	6			1	2	4	2
<i>Erinacerosyllis erinaceus</i>				2									
<i>Asbjornsenia pygmaea</i>					1								
<i>Oerstedtia sp</i>					2	1	3			4			
<i>Hermania sp</i>						1	3						
Crustacea indet										1			
<i>Gammaropsis sp</i>										1	1		2
<i>Thyone sp</i>										1			
<i>Ephesiella cf abyssorum</i>											1		
<i>Raphitoma maculosa</i>												2	
<i>Enipo kinbergi</i>													1

## Vedlegg 6 - Indekser for stasjon i anleggssonen

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410, men som tilleggsinformasjon er indekser for nærstasjonene likevel beregnet og presentert i Tabell V6.1 og V.6.2.

**Tabell V6.1.** Resultater fra nærstasjonen KAR-1 fra grabb 1 og grabb 2. Antall arter (S) og individer (N) funnet ved stasjonen danner grunnlaget for de utregnede indeksene; NQII (artsmangfold og ømfintlighet), H' (Shannon Wiener - artsmangfold), J (jevnhet), H'max (maksimal diversitet), ES100 (diversitet), ISI (sensitivitet/indikator arter), NSI (sensitivitet/indikator arter basert på norske forhold), DI (individtetthet). Samlet verdi angir total tilstandsklasse for stasjonen og er gjennomsnittet av de to normaliserte indeksene nEQR  $\bar{G}$  og nEQR  $\bar{S}$ . Fargene i tabellen angir de ulike tilstandsklassene indeksverdiene hører til i; blå → tilstandsklasse «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig», rød → «svært dårlig».

KAR-1	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	12	16	14,0	18		
N	2861	1931	2396,0	4792		
NQII	0,311	0,372	0,341	0,346	0,235	0,240
H'	0,872	1,299	1,085	1,067	0,237	0,233
J	0,243	0,325	0,284	0,256		
H'max	3,585	4,000	3,792	4,170		
ES100	4,721	7,023	5,872	5,918	0,235	0,237
ISI	5,757	4,798	5,277	5,527	0,291	0,321
NSI	7,907	8,714	8,311	8,233	0,166	0,165
DI	1,407	1,236	1,321	1,321		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,236</b>		0,233	0,239

**Tabell V.6.2** Resultater for KAR-4 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KAR-4	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	19	17	18,0	21		
N	1250	1041	1145,5	2291		
NQH	0,424	0,405	0,414	0,417	0,316	0,319
H'	2,115	2,068	2,091	2,132	0,435	0,442
J	0,498	0,506	0,502	0,485		
H'max	4,248	4,087	4,168	4,392		
ES100	9,947	10,440	10,194	10,310	0,406	0,409
ISI	5,662	5,087	5,374	5,746	0,303	0,347
NSI	11,045	9,954	10,499	10,548	0,220	0,222
DI	1,047	0,967	1,007	1,007		
		<b>Stasjonsverdi:</b>	<b>0,342</b>		0,336	0,348

## Vedlegg 7 - CTD Data

Tabell V7.1 CTD data fra Karanes

SD204, Serial No 1156									
Ser	Meas	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Density	Press	Date	Time
9	1661	33.74	9.613	84.56	7.67	26.042	2.00	12.Oct-16	15:52:51
9	1662	33.74	9.618	83.40	7.57	26.043	3.25	12.Oct-16	15:52:53
9	1663	33.76	9.628	86.36	7.83	26.061	4.02	12.Oct-16	15:52:55
9	1664	33.77	9.632	84.99	7.71	26.079	5.35	12.Oct-16	15:52:57
9	1665	33.77	9.634	87.54	7.94	26.085	7.01	12.Oct-16	15:52:59
9	1666	33.80	9.634	85.67	7.77	26.117	8.94	12.Oct-16	15:53:01
9	1667	33.78	9.634	87.34	7.92	26.108	10.68	12.Oct-16	15:53:03
9	1668	33.76	9.632	87.96	7.98	26.100	12.27	12.Oct-16	15:53:05
9	1669	33.77	9.631	89.88	8.15	26.115	13.64	12.Oct-16	15:53:07
9	1670	33.81	9.633	89.34	8.10	26.152	15.25	12.Oct-16	15:53:09
9	1671	33.71	9.634	89.47	8.12	26.085	16.77	12.Oct-16	15:53:11
9	1672	33.80	9.637	90.37	8.19	26.162	18.58	12.Oct-16	15:53:13
9	1673	33.69	9.625	90.78	8.24	26.087	20.97	12.Oct-16	15:53:15
9	1674	33.77	9.611	92.03	8.35	26.159	21.82	12.Oct-16	15:53:17
9	1675	33.84	9.602	92.39	8.38	26.220	22.83	12.Oct-16	15:53:19
9	1676	33.83	9.598	90.56	8.22	26.211	23.71	12.Oct-16	15:53:21
9	1677	33.83	9.596	91.13	8.27	26.221	25.60	12.Oct-16	15:53:23
9	1678	33.83	9.593	91.34	8.29	26.228	26.62	12.Oct-16	15:53:25
9	1679	33.83	9.591	91.75	8.33	26.233	27.50	12.Oct-16	15:53:27
9	1680	33.80	9.587	91.98	8.35	26.221	29.48	12.Oct-16	15:53:29
9	1681	33.84	9.580	92.00	8.35	26.257	30.80	12.Oct-16	15:53:31
9	1682	33.85	9.573	92.21	8.37	26.270	32.32	12.Oct-16	15:53:33
9	1683	33.84	9.564	92.92	8.44	26.277	34.09	12.Oct-16	15:53:35
9	1684	33.86	9.556	92.66	8.41	26.296	35.00	12.Oct-16	15:53:37
9	1685	33.85	9.556	92.57	8.41	26.289	35.22	12.Oct-16	15:53:39
9	1686	33.86	9.551	92.63	8.41	26.299	36.53	12.Oct-16	15:53:41
9	1687	33.84	9.550	91.72	8.33	26.284	36.64	12.Oct-16	15:53:43
9	1688	33.87	9.550	92.37	8.39	26.312	37.41	12.Oct-16	15:53:45
9	1689	33.84	9.551	92.87	8.44	26.298	38.20	12.Oct-16	15:53:47
9	1690	33.84	9.552	92.66	8.42	26.298	38.48	12.Oct-16	15:53:49
9	1691	33.85	9.554	92.89	8.44	26.308	39.38	12.Oct-16	15:53:51
9	1692	33.79	9.554	92.47	8.40	26.261	39.61	12.Oct-16	15:53:53
9	1693	33.86	9.552	92.06	8.36	26.324	40.91	12.Oct-16	15:53:55
9	1694	33.79	9.551	92.22	8.38	26.276	42.50	12.Oct-16	15:53:57
9	1695	33.84	9.551	91.79	8.34	26.323	44.31	12.Oct-16	15:53:59
9	1696	33.84	9.549	91.59	8.32	26.332	45.88	12.Oct-16	15:54:01
9	1697	33.85	9.546	91.49	8.31	26.350	47.56	12.Oct-16	15:54:03
9	1698	33.87	9.542	92.48	8.40	26.369	49.35	12.Oct-16	15:54:05
9	1699	33.87	9.543	91.38	8.30	26.373	50.61	12.Oct-16	15:54:07
9	1700	33.87	9.543	91.75	8.33	26.377	51.64	12.Oct-16	15:54:09
9	1701	33.87	9.542	92.67	8.42	26.384	53.00	12.Oct-16	15:54:11
9	1702	33.87	9.542	92.18	8.37	26.390	54.45	12.Oct-16	15:54:13
9	1703	33.86	9.541	91.34	8.30	26.390	56.08	12.Oct-16	15:54:15
9	1704	33.87	9.538	91.77	8.34	26.408	57.83	12.Oct-16	15:54:17
9	1705	33.87	9.537	91.64	8.32	26.416	59.60	12.Oct-16	15:54:19
9	1706	33.86	9.534	91.93	8.35	26.418	61.39	12.Oct-16	15:54:21
9	1707	33.86	9.529	91.75	8.34	26.429	62.95	12.Oct-16	15:54:23
9	1708	33.86	9.523	91.71	8.33	26.434	64.73	12.Oct-16	15:54:25
9	1709	33.86	9.517	91.54	8.32	26.447	66.61	12.Oct-16	15:54:27
9	1710	33.87	9.516	91.32	8.30	26.464	68.42	12.Oct-16	15:54:29
9	1711	33.82	9.516	91.43	8.31	26.429	69.65	12.Oct-16	15:54:31
9	1712	33.88	9.518	91.29	8.30	26.483	71.54	12.Oct-16	15:54:33
9	1713	33.89	9.521	91.30	8.30	26.497	73.63	12.Oct-16	15:54:35
9	1714	33.87	9.526	91.71	8.33	26.492	75.41	12.Oct-16	15:54:37
9	1715	33.89	9.524	91.72	8.33	26.517	77.03	12.Oct-16	15:54:39
9	1716	33.87	9.526	91.12	8.28	26.506	78.79	12.Oct-16	15:54:41

SD204, Serial No 1156										
Ser	Meas	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Density	Press	Date	Time	
9	1717	33.89	9.529	91.27	8.29	26.527	80.56	12.Oct-16	15:54:43	
9	1718	33.87	9.529	90.92	8.26	26.518	82.20	12.Oct-16	15:54:45	
9	1719	33.86	9.527	90.89	8.26	26.518	83.80	12.Oct-16	15:54:47	
9	1720	33.87	9.527	91.50	8.31	26.532	85.19	12.Oct-16	15:54:49	
9	1721	33.89	9.526	90.83	8.25	26.554	86.36	12.Oct-16	15:54:51	
9	1722	33.89	9.526	90.87	8.26	26.557	87.07	12.Oct-16	15:54:53	
9	1723	33.89	9.524	90.83	8.25	26.561	87.66	12.Oct-16	15:54:55	
9	1724	33.88	9.525	90.85	8.26	26.559	89.20	12.Oct-16	15:54:57	
9	1725	33.87	9.517	90.78	8.25	26.565	90.88	12.Oct-16	15:54:59	
9	1726	33.86	9.516	90.79	8.25	26.566	92.74	12.Oct-16	15:55:01	
9	1727	33.89	9.511	90.82	8.25	26.590	93.67	12.Oct-16	15:55:03	
9	1728	33.88	9.508	90.86	8.26	26.587	94.16	12.Oct-16	15:55:05	
9	1729	33.89	9.507	90.87	8.26	26.601	95.48	12.Oct-16	15:55:07	
9	1730	33.88	9.507	91.07	8.28	26.599	96.77	12.Oct-16	15:55:09	
9	1731	33.89	9.508	91.01	8.27	26.606	96.77	12.Oct-16	15:55:11	
9	1732	33.89	9.507	90.66	8.24	26.609	97.23	12.Oct-16	15:55:13	



## Vedlegg 8 - Analysebevis



Avdeling Namdal

 Åkerblå AS  
 Nordfroyveien 413  
 7260 SISTRANDA

 Dato: 11.11.2016  
 Prove ID: N2016-9001  
 vers 1

## ANALYSERESULTATER

Provemottak: 19.10.16

Analyseperiode: 19.10.16 - 11.11.16

Provetaker: Bjorn Erik Bye

2016-9001-1 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046 Referanse: KAR 1

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	6,5	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	29	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1100	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2370	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	16000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	33,4	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	56	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,7	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DN 18123	3,4	%
•Sand	DN 18123	96	%
•Grus	DN 18123	<1	%

2016-9001-2 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046 Referanse: KAR 2

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	4,3	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	15	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	910	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1310	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	9700	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	27,2	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	63	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	3,1	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DN 18123	2,9	%
•Sand	DN 18123	77	%
•Grus	DN 18123	20	%

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.  
 Måleusikkerhet finnes ved henvendelse laboratoriet.  
 Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 1 av 3

 Postadresse  
 Postboks 433  
 7801 Namnes

 E-mail: namdal@kystlabprebio.no  
 www.kystlabprebio.no

 Telefon:  
 74 21 24 40

 Org.no:  
 NO: 986 208 933 MVA

Dato: 11.11.2016  
 Prove ID: N2016-9001  
 vnr 1

## 2016-9001-3 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046

Referanse: KAR 3

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	7,0	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	20	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	660	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1330	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	10000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	26,9	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	58	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,1	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	6,2	%
•Sand	DIN 18123	83	%
•Grus	DIN 18123	11	%

## 2016-9001-4 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046

Referanse: KAR 4

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	11	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	22	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	760	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1700	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	8500	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	26,1	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	59	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,0	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	2,2	%
•Sand	DIN 18123	97	%
•Grus	DIN 18123	<1	%

## 2016-9001-5 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046

Referanse: KAR 5

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	5,7	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	18	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	470	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2650	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	11000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	27,5	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	51	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	6,1	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	8,3	%
•Sand	DIN 18123	91	%
•Grus	DIN 18123	<1	%

## 2016-9001-6 Sedimenter, annet

Tatt ut: 12.10.16

Merket: 16046

Referanse: KAR 6

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	6,7	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	20	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	500	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	3220	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	26) ISO10694mod./EN13137A	21000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	37,2	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	54	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	6,3	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	10	%
•Sand	DIN 18123	89	%
•Grus	DIN 18123	<1	%

\*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

&lt; betyr: Mindre enn

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.

Målemåteheten finnes ved henvendelse til laboratoriet.

Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 2 av 3

Postadresse

Postboks 433

E-mail: namdal@kyrstaabprebio.no

Telefon

74 21 24 40

Organ

NO: 986 208 933 MVA

Dato: 11.11.2016  
Prøve ID: N2016-9001  
nr 1

20) Utført av ekstern lab.Kontakt Kystlab-PreBIO for informasjon

Med hilsen Kystlab-PreBIO AS



Johan Ahlin  
Avdelingsleder Namdal

Kopi til  
Bjorn (E-mail)

**Vedlegg 9 – Bilder sediment.**

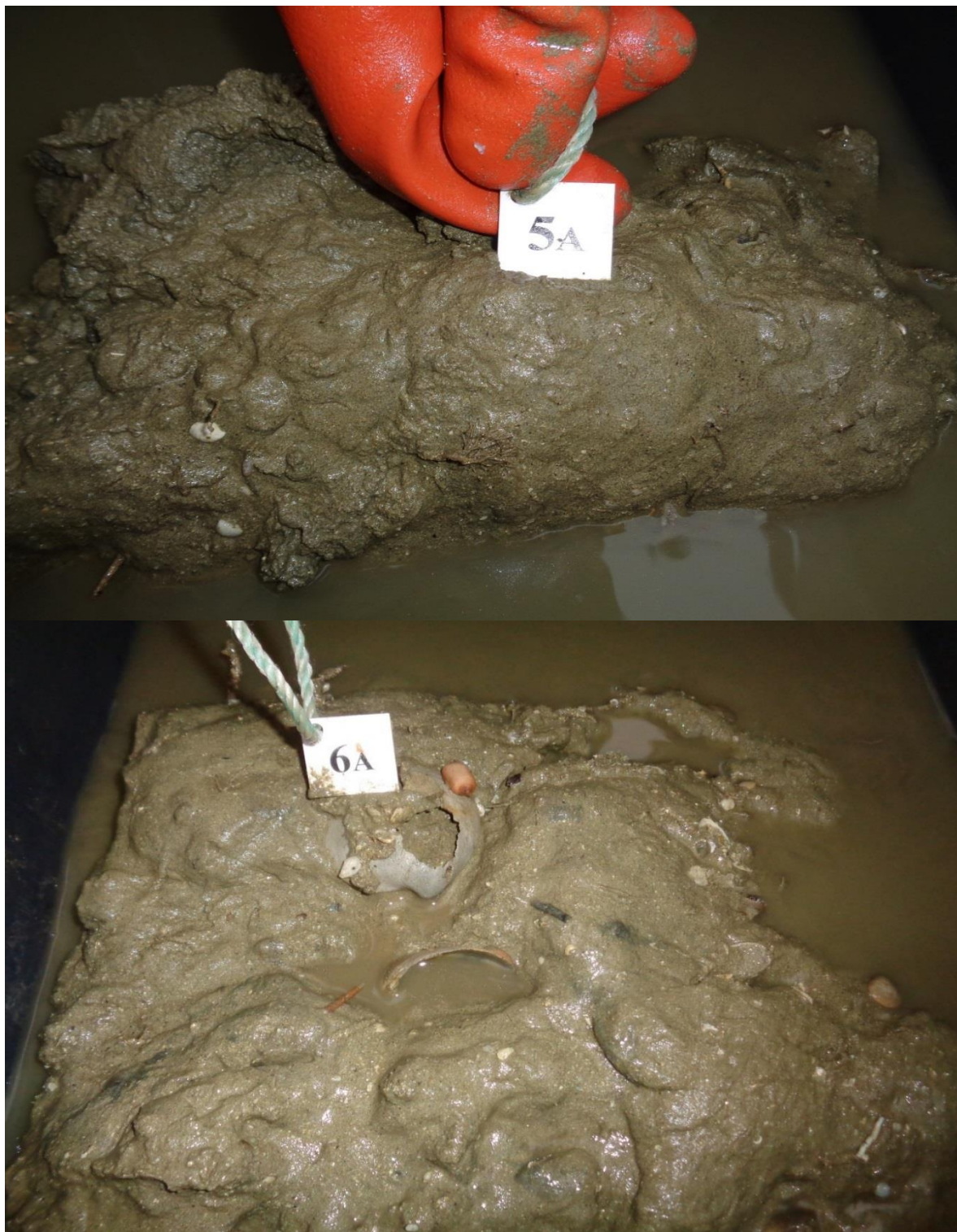
Bilder nedenfor viser sediment før vask av prøven fra et hugg på hver stasjon. Bilder er merket med stasjonsnavn dersom annet ikke er oppgitt.











Figur V9.1 Bilder av sediment før vasking av prøve fra et av huggene ved hver stasjon i undersøkelsen. Bilder er merket med stasjonsnummer.